

**T.C. İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PARMAK İZİ TESPİTİNDE KARBON NANOPARTİKÜLLERİN KULLANIMI VE
TEMEL BİLEŞEN ANALİZ YÖNTEMİNİN UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan BAĞÇECİ

ANABİLİMDALI: FİZİK

Programı: Fizik

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Mehmet ÖZER

Ocak 2015

**T.C. İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PARMAK İZİ TESPİTİNDE KARBON NANOPARTİKÜLLERİN KULLANIMI VE
TEMEL BİLEŞEN ANALİZ YÖNTEMİNİN UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan BAĞÇECİ

Tezin Savunulduğu Tarih : 5 Şubat 2015

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Mehmet ÖZER

Diğer Jüri Üyeleri : Yrd.Doç.Dr. Gürsel HACİBEKİROĞLU

Yrd.Doç.Dr. Gönül FİLOĞLU TÜFEK

Ocak 2015

**T.C. İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PARMAK İZİ TESPİTİNDE KARBON NANOPARTİKÜLLERİN
KULLANIMI VE TEMEL BİLEŞEN ANALİZ YÖNTEMİNİN
UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Gökhan BAĞÇECİ
1109152001**

**Anabilim Dalı: Fizik
Programı: Fizik**

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Mehmet ÖZER

Ocak 2015

TEŐEKKÜR

BaŐta tez danıŐmanım ve değerli hocam Prof.Dr.Mehmet ÖZER olmak üzere, yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer hocam Yrd.Doç.Dr. Hikmet ÇAęLAR'a, Hasan Bayram ve tüm dostlarıma, Adli Tıp Kurumu Başkanlığındaki çalışma arkadaşlarıma ve benden desteğini esirgemeyen aileme teŐekkürlerimi sunarım.

Ocak 2015

Gökhan BAğÇECİ

İÇİNDEKİLER

Şekil Listesi	v
Tablo Listesi.....	vii
1 Giriş ve Amaç.....	1
2 Genel Bilgiler	3
2.1 Parmak İzi.....	3
2.1.1 Biyolojik Yapısı.....	3
2.1.2 Parmak İzinin Özellikleri.....	4
2.1.3 Parmak İzi Karakteristliği.....	5
2.2 Latent (Görünmez) Parmak İzi ve Belirleme Yöntemleri.....	15
2.2.1 Parmak İzi Tozları	15
2.2.1.1 Normal (Regular) Tozlar	16
2.2.1.2 Manyetik Tozlar.....	16
2.2.1.3 Floresan Tozlar	16
2.2.2 Ninhidrin	17
2.2.3 Diazafluoren-9-ONE (DFO).....	18
2.2.4 Siyanoakrilat (Super Glue).....	18
2.2.5 Gümüş Nitrat.....	20
2.2.6 Küçük Parçacık Belirteci (S.P.R. - Small Particle Reagent).....	20
2.2.7 Vakum Metal Kaplama (V.M.D. - Vacuum Metal Deposition)	22
2.2.8 Birden fazla Metal ile Kaplama (M.M.D. - Multi Metal Deposition)	23
2.3 Temel Bileşen Analizi (Principle Component Analysis)	24
2.3.1 Temel Bileşen Analizinin Matematik İfadesi	25
2.4 Yapılan Çalışmalar	29
3 Materyal ve Metod	31
3.1 Materyal.....	31
3.2 Metod.....	34
4 Bulgular	38
4.1.1 A4 Kağıt-Siyah Parmak İzi Tozu PCA Uygulaması	40
4.1.2 A4 Kağıt-Nano Toz PCA Uygulaması.....	43
4.1.3 Cam-Siyah Parmak İzi Tozu PCA Uygulaması	45
4.1.4 Cam-Nano Toz PCA Uygulaması.....	48
4.1.5 Seramik-Siyah Parmak İzi Tozu PCA Uygulaması.....	51

4.1.6	Seramik-Nano Toz PCA Uygulaması	53
5	TARTIŞMA VE SONUÇ.....	56
	Kaynakça	59
	EK-1 Malzeme Güvenlik Bilgi Formu (Heavy Volcano Latent Print Powder, Heavy Black)	62
	EK-2 Malzeme Güvenlik Bilgi Formu (Ensaco 150/210/250/ 260/350 granular, Ensaco 150/250P, Super P, Super P-Li, C-ENERGY SUPER C 45/65).....	67
	EK-3 Temel Bileşen Analizi Matlab Uygulama Kodları	76

Şekil Listesi

Şekil 2.1 Parmak derisinin kesiti (O.Karakuş 2006).....	4
Şekil 2.2 Parmak izinde iz ve boşluklar (Griaule Biometrics 2012).	5
Şekil 2.3 Ark izler (Ridges and Furrows 2001).	6
Şekil 2.4 Tak izler (Ridges and Furrows 2001).	6
Şekil 2.5 Sol tarafta radyal iz ve sağ tarafta ise ulnar iz gözükmetedir (Online Digital Education Connection 2013).	7
Şekil 2.6 Merkezi daire izler (American Academy of Hand Analysis 2009).	7
Şekil 2.7 Merkezi cepli izler (Ridges and Furrows 2001).	8
Şekil 2.8 Çift sarmal izler (O.Karakuş 2006).	8
Şekil 2.9 İkiz izler (Ridges and Furrows 2001).	9
Şekil 2.10 Karışık izler (Ridges and Furrows 2001).	9
Şekil 2.11 Delta izler (Y.Gülekcı 2012).	10
Şekil 2.12 Kement izler (Ridges and Furrows 2001).	10
Şekil 2.13 Sağ tarafta düz hat görölmektedir (Ridges and Furrows 2001).	11
Şekil 2.14 Şekilde noktalar yuvarlak içine alınmışır (Ridges and Furrows 2001).	11
Şekil 2.15 Müstakil Kısa Hat İz (Y.Gülekcı 2012).	12
Şekil 2.16 Çatal İz (Y.Gülekcı 2012)	12
Şekil 2.17 Ada İz (Y.Gülekcı 2012)	12
Şekil 2.18 Köprü İz (Y.Gülekcı 2012).	13
Şekil 2.19 Kanca İz (Y.Gülekcı 2012).	13
Şekil 2.20 Örnek bir parmak izi.	14
Şekil 2.21 Cam üzerindeki latent izler (National Postal Museum).	15
Şekil 2.22 Ninhidrin ile işlenerek göröntölenmiş farklı renk tonlarındaki izler. (S.M.Bleay 2012)	17
Şekil 2.23 Ninhidrin ile ortaya çıkarılmış latent izler (S.M.Bleay 2012)	17
Şekil 2.24 DFO ile ortaya çıkarılmış latent iz (S.M.Bleay 2012)	18
Şekil 2.25 Örnek bir Süper Glue Kabini (dellilere buhar uygulanıyor).	19
Şekil 2.26 Yüksek nemde uygulanan Super Glue görünüümü (S.M.Bleay 2012).	19
Şekil 2.27 Tahta üzerinde Gümüş Nitrat ile ortaya çıkarılmış latent iz (S.M.Bleay 2012).	20
Şekil 2.28 SPR yönteminin araç yüzeyine uygulanması (S.M.Bleay 2012)	21
Şekil 2.29 SPR yöntemi ile ortaya çıkarılmış izler (S.M.Bleay 2012).	21
Şekil 2.30 VMD ekipmanları	22
Şekil 2.31 VMD uygulamasının şematik gösterimi.	22
Şekil 2.32 Parmak izine yapışan altın parçacıklarını gösterir sistematik (S.M.Bleay 2012)	23
Şekil 3.1 Sirchie Heavy Volcano Latent Print Powder (Heavy Black) parmak izi tozunun SEM göröntöleri.	31
Şekil 3.2 TIMCAL Super P Conductive Carbon Black nano tozunun SEM göröntöleri.	32
Şekil 3.3 Siyah parmak izi tozunun element yüzdeleri.	33
Şekil 3.4 Karbon nano tozunun element yüzdeleri.	33
Şekil 3.5 Orijinal resim.	34
Şekil 3.6 Öz değeri ve öz vektör grafiğı.	35
Şekil 3.7 900-969 arasındaki öz vektörlerin öz değeri grafiğı.	35

Şekil 3.8 950-969 arası öz vektörlerin özdeğer grafiği.	35
Şekil 3.9 19 tane öz vektör ile oluşturulmuş yeni resim.	36
Şekil 4.1 A4 kağıdı üzerinde tespit edilen parmak izleri.....	38
Şekil 4.2 Cam yüzey üzerinde tespit edilen parmak izleri.	38
Şekil 4.3 Seramik yüzey üzerinde tespit edilen parmak izleri.	39
Şekil 4.4 Sol tarafta tüm resmin öz değer-öz vektör grafiği ve sağ tarafta ise sadece 350–513 arasındaki öz değer-öz vektörler çizilmiştir.	40
Şekil 4.5 Soldan sağa 1, 15 ve 163 tane öz vektör ile oluşturulmuş yeni resimler.....	40
Şekil 4.6 Sol tarafta tüm resmin öz değer-öz vektör grafiği ve sağ tarafta ise sadece 100–216 arasındaki öz değer-öz vektörler çizilmiştir.	43
Şekil 4.7 Soldan sağa 20 ve 36 tane öz vektör ile oluşturulmuş yeni resimler.	43
Şekil 4.8 Sol tarafta tüm resmin öz değer-öz vektör grafiği ve sağ tarafta ise sadece 1180–1292 arasındaki öz değer-öz vektörler çizilmiştir.	45
Şekil 4.9 Soldan sağa 1, 30 ve 112 tane öz vektör ile oluşturulmuş yeni resimler.....	45
Şekil 4.10 Sol tarafta tüm resmin öz değer-öz vektör grafiği ve sağ tarafta ise sadece 100–306 arasındaki öz değer-öz vektörler çizilmiştir.	48
Şekil 4.11 Soldan sağa 20, 50 ve 200 tane öz vektör ile oluşturulmuş yeni resimler.....	48
Şekil 4.12 Sol tarafta tüm resmin öz değer-öz vektör grafiği ve sağ tarafta ise sadece 900–982 arasındaki öz değer-öz vektörler çizilmiştir.	51
Şekil 4.13 Soldan sağa 15, 30 ve 62 tane öz vektör ile oluşturulmuş yeni resimler.....	51
Şekil 4.14 Sol tarafta tüm resmin öz değer-öz vektör grafiği ve sağ tarafta ise sadece 100–277 arasındaki öz değer-öz vektörler çizilmiştir.	53
Şekil 4.15 Soldan sağa 1, 20 ve 100 tane öz vektör ile oluşturulmuş yeni resimler.....	53
Şekil 5.1 Nano toz uygulanarak kağıt üzerinden alınan parmak izinin karakteristik özellikleri	56

Tablo Listesi

Tablo 3-1 Orijinal resimdeki öz değerler, yüzdeler oranları ve kümülatif katkıları	36
Tablo 4-1 Siyah parmak izi tozu uygulanmış kağıttan alınan parmak izi fotoğrafındaki öz değerler, yüzdeler oranları ve kümülatif katkıları	42
Tablo 4-2 Nano toz uygulanmış kağıttan alınan parmak izi fotoğrafındaki öz değerler, yüzdeler oranları ve kümülatif katkıları.....	44
Tablo 4-3 Siyah parmak izi tozu uygulanmış cam üzerinden alınan parmak izi fotoğrafındaki öz değerler, yüzdeler oranları ve kümülatif katkıları	47
Tablo 4-4 Nano toz uygulanmış cam üzerinden alınan parmak izi fotoğrafındaki öz değerler, yüzdeler oranları ve kümülatif katkıları	50
Tablo 4-5 Siyah parmak izi tozu uygulanmış seramik yüzey üzerinden alınan parmak izi fotoğrafındaki öz değerler, yüzdeler oranları ve kümülatif katkıları	52
Tablo 4-6 Nano toz uygulanmış seramik yüzey üzerinden alınan parmak izi fotoğrafındaki öz değerler, yüzdeler oranları ve kümülatif katkıları.....	55

Enstitüsü	:	Fen Bilimleri
Anabilim Dalı	:	Fizik
Programı	:	Fizik
Tez Danışmanı	:	Prof.Dr. Mehmet ÖZER
Tez Türü ve Tarihi	:	Yüksek Lisans– Ocak 2015

ÖZET

PARMAK İZİ TESPİTİNDE KARBON NANOPARTİKÜLLERİN KULLANIMI VE TEMEL BİLEŞEN ANALİZ YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

Gökhan BAĞÇECİ

Bu çalışmanın ilk bölümünde çalışmanın temeli olan parmak izinin biyolojik yapısı, parmak izinin özellikleri ve parmak izi karakteristikliği anlatılmıştır. Daha sonra latent parmak izi tanımlanarak ardından latent parmak izi belirleme yöntemleri ve pratikte kullanılan parmak izi tozlarından bazılarının özellikleri kısaca anlatılmıştır. Bir sonraki bölümde ise olay yeri incelemede genel olarak kullanılan siyah parmak izi tozu (Heavy Volcano Latent Print Powder, Heavy Black) ile karbon nanotozlar (TIMCAL Super P Conductive Carbon Black) kullanılmış ve çeşitli yüzeylerden fotoğraflar alınmıştır. Son bölümde ise elde edilen fotoğraflar “Temel Bileşen Analizi (Principle Component Analysis)” yöntemi ile incelenmiştir.

Sonuç olarak; Siyah parmak izi tozunun, uyguladığımız karbon nano tozdan (TIMCAL Super P Conductive Carbon Black) daha iyi bir sonuç verdiği görülmektedir. Bu nano tozla aldığımız görüntülerin kimlik tespitinde kullanılmayacak kadar kötü olduğu anlamına gelmemektedir. Nano tozun özellikle kağıt ve seramik yüzeylerde parmak izi tespitinde etkili olduğu görülmüştür.

PCA analizi ile elde edilen fotoğraflar çok az veri kaybıyla yeniden oluşturulmuştur. Böylece parmak izlerinin çok daha küçük dosya boyutlarında veritabanlarına kaydedilmesine imkan sağlar. Bu da parmak izi veri tabanlarında gürültüden arındırılmış bilgilerin düşük maliyette saklanmasına ve daha hızlı eşleştirme yapmasına olanak sağlayacaktır.

Anahtar sözcükler: Parmak izi, karbon nano toz, temel bileşen analizi.

University : Istanbul Kültür University
Institute : Institute of Sciences
Department : Physics
Programme : Physics
Supervisor : Prof. Dr. Mehmet ÖZER
Degree Awarded and Date : M.Sc. – January 2015

ABSTRACT

FINGERPRINT IDENTIFICATION USING CARBON NANOPARTICLES AND APPLYING THE PRINCIPLE COMPONENT ANALYSIS METHOD

Gökhan BAĞÇECİ

In the first part of this study, biological structure of the fingerprint which is fundamental to work, fingerprint features and characteristics has been explained. Then, after defining a latent fingerprint, latent fingerprint identification methods and some features of fingerprint powder which is used practically has been described briefly. In the next section, black fingerprint powder (Heavy Volcano Latent Print Powder, Heavy Black) which is commonly used for the crime scene investigation and carbon nano powder (TIMCAL Super P Conductive Carbon Black) has been described and the photos were taken from a variety of surfaces. In the last section, these taken pictures were investigated through the Principle Component Analysis.

In conclusion, the black fingerprint powder seems to give a better result than the carbon nano powder (TIMCAL Super P Conductive Carbon Black). But it does not mean that the images which were received by using the nano powder are not good enough for the determination of identification. It's been seen that nano powder, especially on paper and ceramic surfaces, is quite effective in fingerprint identification.

The images obtained by PCA analysis was rebuilt with minimal data loss. Therefore, it provides fingerprints to be stored in a much smaller file size in the databases. This will allow faster pairing and noise free data to be stored at a low cost in the fingerprint databases.

Keywords: Latent fingerprint, carbon nano powder, principle component analysis.

1 Girişve Amaç

Adli Billim çalışmalarında öncü bir isim olan Fransız bilim adamı Prof. Dr. Edmond Locard (1877-1966) adli bilimlerde “Her temas bir iz bırakır” ilkesini ortaya koymuştur. (Jandarma Genel Komutanlığı-Adli Bilimler-1 2011)

Dünyada ve ülkemizde adli olayların sonuçlandırılmasında failerin arkalarında bıraktıkları kimliklerini deşifre edebilecek izler aranmaktadır. Olay yeri inceleme birimlerince failin kimliği ile özdeşleştirilebilecek ve kimliğini tanımlayacak izler aranır. Burda temel amaç telafisi olmayan yeni mağduriyetler yaşanmadan failin kimliğini ortaya çıkarmaktır.

Televizyon ve gazetede gördüğümüz “sigara izmariti katili ele verdi” tarzı haberler fen bilimlerdeki ilerlemenin adli bilimlere de etkilediğini gözler önüne sersede bu tip çalışmaların uzun sürmesi ve masraflı oluşu bilim adamlarını daha etkin ve ucuz çalışmalara itmektir. Parmak izinin kişiye özel oluşu, bu özelliğinden dolayı yüzde yüze yakın eşleştirme başarısı ve yine yapısından kaynaklı olay yerinden hızlı bir şekilde alınması parmak izini kimlik tespit yöntemlerinde öne çıkarmaktadır. İzin bozulmaya elverişli olması, olay yerinden veya eşya üzerinden vakit kaybetmeksizin alınma gerekliliği, izin bulunduğu zeminin veya eşyanın yapısal özellikleri, nem ve hava koşullarının ize olan etkileri, alınan izi eşleştirme için oluşturulan veri tabanlarının çok büyük alanlar kaplaması gibi sorunlar parmak izinin handikapları olarak değerlendirilebilir. Bu tip sorunlar üzerine dünyanın her yerinde çalışmalar yapılmış ve bilim adamları yeni karışımlar ve teknikler oluşturarak belli bir standart yakalamışlardır.

Parmak izi yaratılıştan beri insana verilmiş kişisel özelliklerden bir tanesidir. Bu özellik antik uygarlıklarında ilgisini çekmiştir. Sistematik olarak incelenmesinin ise bir asırdan fazla geçmişi vardır. Bu kadar uzun süreli geçmişe dayanan incelemelere rağmen parmak izinin ve eşyanın doğasından kaynaklanan bazı handikaplar yaşanmaktadır.

21. Yüzyılın araştırma dalı olan nano ölçekteki malzemeler bir çok alanda yeni yaklaşımlar doğurmuştur. Kuşkusuz bu araştırmalar parmak izi araştırmalarında yeni yöntemler bulunmasında da kullanılmaktadır.

Bu çalışmada genel bilgiler başlığı altında parmak izinin biyolojik yapısı, parmak izinin özellikleri, parmak izi karakteristiği, latent parmak izi ve geleneksel latent parmak izi tespit yöntemleri anlatılmıştır. Materyal-metod başlığı altında ise olay yeri incelemede genel olarak kullanılan siyah parmak izi tozu (Heavy Volcano Latent Print Powder, Heavy Black) ile karbon nanotozların (TIMCAL Super P Conductive Carbon Black) karektarizasyonu yapılmış ve çeşitli

yüzeylelerden fotoğraflar alınmıştır. Son bölümde ise elde edilen fotoğraflar“Temel Bileşen Analizi (Principle Component Analysis)”yöntemi ile incelenmiştir.

Bu çalışmadaki amaç; Olay yeri inceleme birimlerinde kullanılan siyah parmak izi tozu ile farklı yüzeylelerden tozlama yöntemi uygulanıp parmak izi görüntülerini alarak ve yine aynı yüzey aynı yöntemle karbon nanopartiküllerle parmak izi görüntüleri alarak, bu görüntüleri birbirleri ile karşılaştırmaktır. Bu karşılaştırma sonucu karbon nanopartiküllerin farklı yüzeylelerdeki başarısı değerlendirilmiştir. Her iki toz ile oluşturulan parmak izi görüntülerinin Temel Bileşen Analizi yöntemiyle çok az veri kaybıyla daha küçük boyutta yeniden oluşturulmuştur.

2 Genel Bilgiler

2.1 Parmak İzi

Önemi ve güncelliği nedeniyle parmak izi tanımlaması üzerine günümüzde bir çok araştırma yapılmaktadır. Araştırmalar sonucunda ortaya çıkan iki temel sonuç vardır:

- Kişilerin doğal parmak izleri doğumdan bir yıl sonra değişmemektedir.
- Kişilerin parmak izleri kişiye özeldir. Tek yumurta ikizlerinin bile parmak izi birbirinden farklıdır.

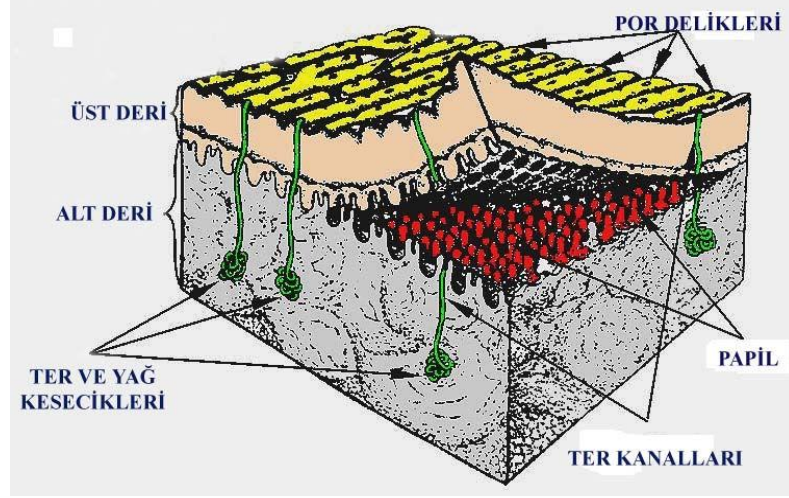
Parmakların birinci boğumu ile tırnak ucu arasında kalan papil hatlarının yüzeylere teması sonucu yüzeyler üzerinde oluşturdukları izlere parmak izi denir. Parmak uçlarında bulunan deri kıvrımlarına papil adı verilir. Bu papiller ana rahminde altıncı ayda tam olarak teşekkül eder ve hayat boyunca şekilleri değişmez. Bu bölümde parmak izinin biyolojik yapısı ve parmak izi karakteristiği anlatılacaktır.

2.1.1 Biyolojik Yapısı

Parmak izi papil denilen çıkıntı şeklindeki ince hatlar oluşturur. Papiller, por denilen küçük gözeneklerin bir zincir gibi dizilişinden oluşurlar. Por deliklerinin ucu, derinin alt tabakalarına kadar uzandığından vücut sıvılarının bu porlardan geçerek papil hatları üzerinde bıraktıkları nemli tabakanın, bir yüzey üzerine teması ile parmak izi oluşur. Parmak izi sıvısının kimyasal yapısına bakıldığında; %98'ini su oluştururken, % 2'sini inorganik ve organik maddelerden oluşmaktadır.

Parmak izini oluşturan deri "üst deri" ve "alt deri" olmak üzere başlıca iki kısımdan oluşur (Şekil 2.1):

- **Üst Deri:** İki kattan oluşur. En üst kısım ölü hücrelerden oluşmuştur. İkinci kısım ise canlı hücrelerden oluşmuş malpighi tabakasıdır. Bu tabakanın dışı yakın kısımlarındaki hücrelerde boya maddesi bulunur. Deri ırklara göre rengini bu maddelerden alır.
- **Alt Deri:** Üst deri gibi kat kat değildir. Kıvrımlar halinde üst derinin içine girmiştir. Papil hatlarının kökleri yağ ve ter bezleri de bu tabakanın içinde bulunur. Papil hatlarını oluşturan porların kökü alt deride ter ve yağ keseciklerine kadar uzanmaktadır. Parmak izi şekillerini oluşturan hatlar girintiler ve çıkıntılar şeklindedir (Jandarma Genel Komutanlığı-Adli Bilimler-1 2011).



Şekil 2.1Parmak derisinin kesiti (O.Karakuş 2006).

2.1.2 Parmak İzinin Özellikleri

Yapılan araştırmalara göre, ellerimizdeki bütün parmak izlerini dikkatlice karşılaştırsak, ana yapı olarak birbirine benzeseler de karakteristik noktalar dikkate alındığında aslında çok farklı oldukları görülür. Parmak izi temel özellikleri aşağıda tanımlanmaktadır:

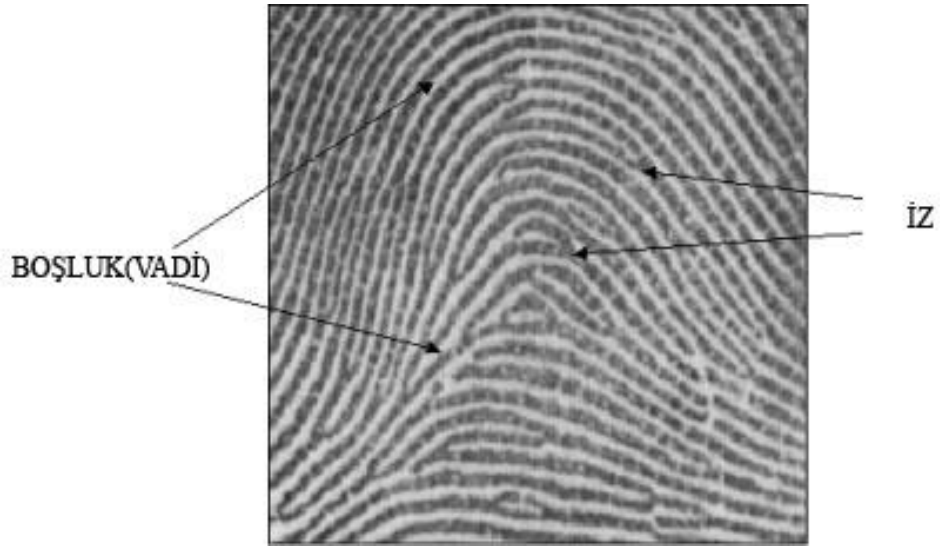
- **Değişmez ve Değiştirilemez Özelliği:**
Papil hatlarını meydana getiren sinir ucu yumakları ve ter bezleri, parmak uçlarındaki alt deri tabakasından geldiğinden üst deri tabakasından alt derideki görünümün aynısı oluşur. Herhangi bir sebeple (yanma, sıyrıma ve aşınma vb.) üst deri tabakası tahrip olsa bile, birkaç gün sonra yeniden meydana gelen üst deri tahrip olmadan önceki halinin aynısı olur. Dolayısıyla üst deri tabakasındaki bir tahribat sebebiyle parmakizinin değişmesine imkân yoktur.
- **Benzemez ve Benzetilemez Özelliği:**
İkiz kardeşlerin parmaklarındaki papil şekilleri, bir elde yan yana iki parmağındaki papil şekilleri, iki eldeki aynı cins parmakların izleri de hiçbir zaman birbirlerine benzememektedir. Parmak izini kesme, yakma vb. metodlar kullanarak değiştirmeye çalışanlar olmuş fakat bu izler daha da çok dikkat çekici olmuştur. Parmağın bir kısmı yansa veya kesilse bile, etrafı aynı kalmakta ve bu da iz belirlemeye yetmektedir.
- **Tasnif Edilebilirlik Özelliği:**
Bir izin karakteristik özelliklerinin tespit edilmesi ve sınıflandırılıp arşivlenmesi kolaylıkla yapılabilmektedir (Y.Gülekcı 2012).

2.1.3 Parmakizi Karakteristiği

Parmak izi tespitinin amacı; iki parmakizi baskısı arasındaki kimlik doğrulamasını yapmaktır.Parmak izi karşılaştırılmasında iki parmakizindeki izlerin iz karakteristiklerinin eşleşip eşleşmediği bulunur. Kimlik tespiti için parmak izi karakteristik bulgularının iki parmakizinde de aynı pozisyonda olması gerekir.

Karşılaştırma yaparken ilk basamak, parmakizinin merkezinin aynı tip olup olmadığı araştırılır. Eđer aynı tip ise büyüteç altında parmakizi karakteristikleri çözümlüne başlanır. Kimlik tespiti için belirgin şekillere bakılır. Parmakizine ilk bakışta bu belirgin karakteristik şekiller dikkati çeker. Eđer her iki iz aynı karakteristik noktalara (şekillere) sahipse, 12 ortak nokta belirlenir ve kimlik tespiti yapılır.

Parmakizi, iz ve boşluklardan oluşur. İzler, parmak izinin koyu kısmını; boşluklar(vadiler) ise parmak izinin izler arasında kalan beyaz kısmını oluşturur(D.Maltoni, et al. 2009)(Şekil 2.2).



Şekil 2.2Parmak izinde iz ve boşluklar (Griaule Biometrics 2012).

Parmak izlerini, taşıdıkları bazı ortak özelliklere göre sınıflandırmak mümkün olsa da tamamen aynı özellikleri taşıyan iki farklı parmak izini bulmak imkansızdır. Bütün insanların parmak ucu resimleri genel şekil itibariyle çok az çeşitlilik gösterdikleri halde, papiller buldukları yer itibariyle parmak uçlarında o kadar farklı şekillerde dizilmişlerdir ki, yapılan ihtimali hesaplar insanlar arasında bu farklılıklar bakımından tamamen aynı olan iki parmak izinin bulunamayacağını ortaya koymuştur(C.Champod, et al. 2004)(M.R.Hawthorne 2008).

Parmakizleri merkez tiplerine göre sınıflara ayrılırlar:

- **Ark(Arch) İz:**Ark izler birbirinin üzerinden kemerler şeklinde vahiçbir değişime uğramadan uzanan izlerdir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Ark izler(Ridges and Furrows 2001).

- **Tak(Tented Arch) İz:** Tak izler birbirinin ardına kemer şeklinde uzanan izlerin merkezde dik bir konum kazanıp geri çıkması ile oluşan izlerdir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Tak izler(Ridges and Furrows 2001).

- **Radyal-Ulnar İz:** Sağ elde delta sağı doğru ise radyal sola doğru ise ulnar olarak adlandırılır. Sol elde delta sola doğru ise radyal,delta sağı doğru ise ulnar olarak adlandırılır. Kısacasıeğer iz serçe parmağı doğru evrilmiş ise “ulnar iz” baş parmağı doğru evrilmiş ise “radyal iz” olarak adlandırılır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5Sol tarafta radyal iz ve sağ tarafta ise ulnar iz gözükmektedir(Online Digital Education Connection 2013).

- **Merkezi Daire(Dairesel Merkez) İz:** İzin merkezinde tek veya iç içe birden fazla dairenin sıralanması şeklinde oluşun izlerdir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Merkezi daire izler (American Academy of Hand Analysis 2009).

- **Merkezi Cepli İz:** Merkezi cep şeklinde olan izlerdir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Merkezi cepli izler (Ridges and Furrows 2001).

- **Çift Sarmal İz:** İzlerin iki kement başı meydana getirerek veya iki ayrı kemendin sağ ve solda bulunan deltalar içinde kendi etrafında dönmesinden oluşur (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Çift sarmal izler (O.Karakuş 2006).

- **İkiz İz:** Merkezde çift sarmal şekli gibi başlayarak kemendin birinin her iki kolunda karşı deltanın dışına çıkmasıyla veya deltaların aynı yönde sıralanmasıyla oluşur(Şekil 2.9).



Şekil 2.9 İkiz izler (Ridges and Furrows 2001).

- **Karışık İz:** Birden fazla parmak izinin birleşmesi sonucu meydana gelen izlerdir(Şekil 2.10).

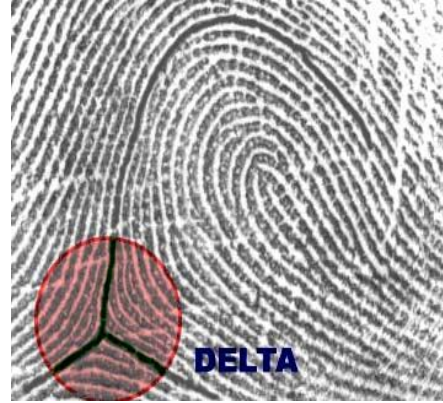


Şekil 2.10 Karışık izler (Ridges and Furrows 2001).

Parmakizinin karakteristik noktaları şunlardır:

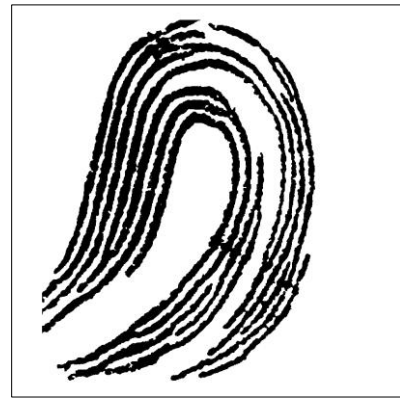
- **Çevre Hattı:** Parmak izini üstten çevreleyen papil hatlarına denir. Parmakizinin merkezini dıştan çevreler.
- **Kaide hattı:** Parmağın birinci boğumunun üstünde parmak izini alttan çevreleyen papil hattına denir.

- **Merkez hattı:** Çevre hattı ile kaide hattı arasında kalan, parmak ucunun orta kısmını işgal eden asıl parmak izinin oluşturan hatta denir.
- **Delta:** Çevre hattı ile kaide veya taban hattının birleştiği yere denir. Yapı itibari ile ikiye ayrılır (Şekil 2.11):
 - **Açık delta:** Birbirine paralel devam eden iki papilin merkez hatları çevrelemek üzere birleşmeyerek ikiye ayrıldığı bölgeye denir.
 - **Kapalı delta:** Tek bir papilin merkez hatları çevrelemek üzere ikiye ayrıldığı bölgeye denir.



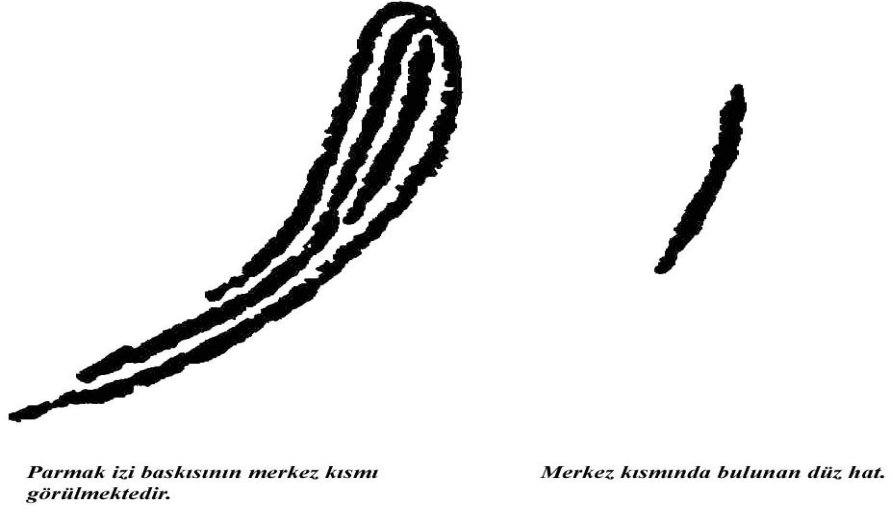
Şekil 2.11 Delta izler (Y.Güleççi 2012).

- **Kement:** Papil hatları parmağın bir tarafından girip merkezde dönüş yaptıktan sonra aynı yönde çıkması ile meydana gelen şekle kement denir(Şekil 2.12).



Şekil 2.12 Kement izler (Ridges and Furrows 2001).

- **Düz hat:** Kementli izin merkezinde oluşan iç kementin ve yarım dairenin içine giren, ucu müstakil papillere denir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13 Sağ tarafta düz hat görülmektedir (Ridges and Furrows 2001).

- **Nokta:** Bir veya en fazla iki porun birleşmesinden oluşan şekildir (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 Şekilde noktalar yuvarlak içine alınmıştır (Ridges and Furrows 2001).

- **Müstakil Kısa Hatlar:** İki'den fazla porun yan yana sıralanması ile oluşan şekle denir (Şekil 2.15).



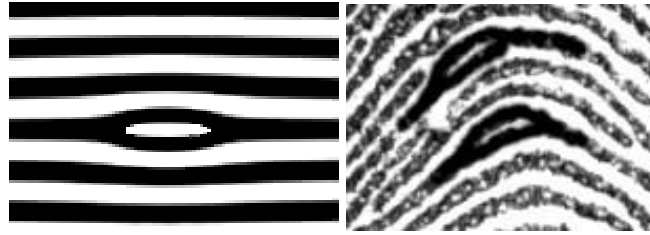
Şekil 2.15 Müstakil Kısa Hat İz(Y.Gülekçi 2012)

- **Çatal:** Bir papilin devam ederken ikiye ayrılıp birbirine paralel olarak devam etmesinden oluşan şekle denir (Şekil 2.16).



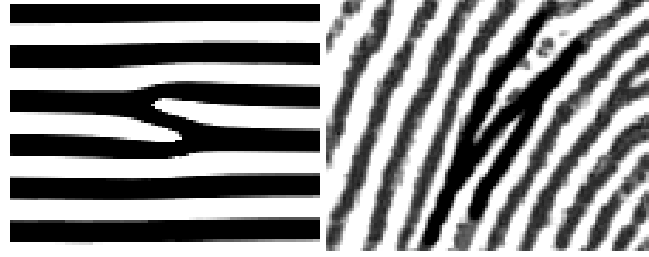
Şekil 2.16 Çatal İz(Y.Gülekçi 2012)

- **Ada:** Bir papilin yoluna devan ederken ikiye ayrılıp bir süre sonra tekrar birleşmesiyle oluşan şekle denir (Şekil 2.17).



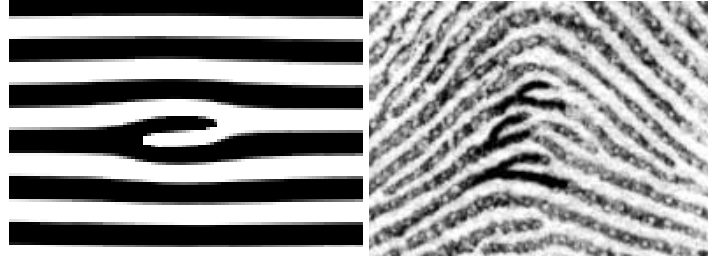
Şekil 2.17Ada İz(Y.Gülekçi 2012)

- **Köprü:** Paralel iki papilin, kısa bir papil hattıyla birleşmesi sonucu oluşan şekle denir (Şekil 2.18).



Şekil 2.18 Köprü İz(Y.Gülekçi 2012)

- **Kanca:** Bir papilin yan tarafından kanca görünümü veren küçük bir papil çıkıntısının oluşturduğu şekle denir (Şekil 2.19).



Şekil 2.19 Kanca İz(Y.Gülekçi 2012)

Yukarıda anlatılan parmak izi karakteristiklerinin bir örnek üzerinde Şekil 2.20'de anlatılmıştır. Şekilde parmak izi karakteristikleri tek tek işaretlenmiştir. Parmak izinde 1 numara ile belirtilen iz "Çekirdek (Core)" parmak izini göstermektedir. 2,3,7,8,21,23,24 ve 29 numara ile belirtilen şekiller ise "Çatal" izlerdir. 4 numarada "Kesik Çizgi", 5 ve 29 numarada "Ada", 6 ve 18 numaralı izlerde "Delta", 9 ve 20 de "Müstakil Hat" gösterilmiştir. 10,13,14,15,25,26,27 ve 28 de ise parmak izi hatlarının aniden bitişi sonucu oluşan "Ani Bitiş" izleri, 12,16 ve 17 numarada "Kanca", 11 numarada ise "Köprü" izler gösterilmektedir. Parmak izi karakteristikleri temel olarak seçilebilen ve parmak izlerini eşleştirmede kolaylık oluşturan şekillerdir. Bu karakteristik özellikler parmak izlerini eşleştirmede ve arşivlemede kolaylık sağladığı gibi suçluların bulunmasında zaman tasarrufu sağlar.



- | | | |
|----------------|-----------------|--------------|
| 1-ÇEKİRDEK | 11-KÖPRÜ | 21-ÇATAL |
| 2-ÇATAL | 12-KANCA | 22-ANİ BİTİŞ |
| 3-ÇATAL | 13-ANİ BİTİŞ | 23-ÇATAL |
| 4-KESİK ÇİZGİ | 14-ANİ BİTİŞ | 24-ÇATAL |
| 5-ADA | 15-ANİ BİTİŞ | 25-ANİ BİTİŞ |
| 6-DELTA | 16-KANCA | 26-ANİ BİTİŞ |
| 7-ÇATAL | 17-KANCA | 27-ANİ BİTİŞ |
| 8-ÇATAL | 18-DELTA | 28-ANİ BİTİŞ |
| 9-MÜSTAKİL HAT | 19-ADA | 29-ÇATAL |
| 10-ANİ BİTİŞ | 20-MÜSTAKİL HAT | |

Şekil 2.20Örnek bir parmak izi.

2.2 Latent (Görünmez) Parmak İzi ve Belirleme Yöntemleri

Parmak izi delil tipleri kabartma, görünür ve görünmez olarak 3'e ayrılır. Kabartma Parmak İzleri; parmağın yumuşak cisimlere (balmumu, mum, ıslak, boya vs.) teması sonucu oluşan üç boyutlu izlerdir. Görünür Parmak İzleri; Papillerin yüzeydeki toz ve is gibi bir maddeyle etkileşimi sonucu oluşan negatif parmak izi veya kan, mürekkep, boya gibi bir maddeye bulaşması sonucunda oluşan pozitif parmak izleridir. Üçüncüsü ise Latent parmak izleri yani gözle açık olarak görülmeyen parmak izleridir (Şekil 2.21).

Latent parmak izleri doğal olarak gözle görünemeyen ve en problemlilerdir. Bu tür parmak izleri için izin bırakıldığı yüzeye uygun en iyi görüntüyü alabilecek yöntemin seçilmesi gerekmektedir. Tabi bu seçim için parmak izi salgısının içeriği ve izin bulunduğu ortam hakkında geniş bir bilgiye sahip olmak gerekir. Çok farklı Latent parmak izi belirleme yöntemi vardır.



Şekil 2.21 Cam üzerindeki latent izler(National Postal Museum).

Parmak izlerinin belirlenmesinde geliştirilen en yaygın teknikler tozlama, ninhidrin uygulaması ve iyot dumanlaması yöntemleridir. Bu konvansiyonel yöntemler normal şartlar altında izlerin görünür hale getirilmesinde son derece etkilidir. Bu yöntemler ıslak – kirli yüzeylerde, renkli arka planlarda, düzgün olmayan yüzeylerde ve emici olmayan yüzeylerde çok etkili değildirler (LEE H.C 2001). Bu bölümde başlıca latent parmak izi belirleme yöntemleri anlatılmıştır.

2.2.1 Parmak İzi Tozları

Latent parmak izi için en yaygın yöntem parmak izi tozlarıdır. Kullanılan tozun parmak izine yapışması esasına dayanır. Parmak izindeki sulu ve yağlı

bileşenlerine tozun yapışarak parmak izini görünür hale getirir. Latent izler için basit bir tekniktir ve fırçalama yolu ile izler hemen ortaya çıkar. Avantajları kadar dezavantajları da vardır. Fırça ile toz uygulamanın parmak izleri üzerinde yıkıcı bir etkisi vardır. İzleri deforme etme olasılığı yüksektir(LEE H.C 2001)(Sodhi 2001).

Normal parmak izi tozları, yapışkanlık için reçine yapısında polimer, kontrast için renklendirici bir madde içerirler. Geliştirilen yüzlerce parmak izi tozu formülünden; siyah tozlarda demir oksit, manganez dioksit, karbon siyahı kullanılırken beyaz tozlarda titanyum oksit, tebeşir-titanyum oksit ve gri tozlarda ise kimyacı grisi, kurşun karbonat en yaygın olarak kullanılır.

Parmak izi tozları sağlık için tehlike yaratan antimon trisülfat, kobalt oksit, bakır tozu, bakır oksit, kurşun karbonat, kurşun iyot, kurşun oksit, kurşun sülfat, manganez dioksit, civa oksit, civa sülfat, titanyum oksit gibi maddeler içerdiğinden kullanımları esasında mutlaka tedbir alınması gerekir. Tedbir alınmaması, eksik veya yanlış tedbirlerin alınması önlenemez sağlık sorunlarına neden olur.

Parmak izi tozları normal toz, manyetik toz ve floresan tozlar olmak üzere 3'e ayrılır.(Sodhi 2001)

2.2.1.1 Normal (Regular) Tozlar

Normal tozlar yapışması amacıyla reçine benzeri polimerlerden ve kontrast için renklendiricilerden oluşur. Yapışkan madde terli ve yağlı artığa baskı sonucu yapışır. Aynı zamanda yapışkanla beraber renklendiricide yapışmış olur. Böylelikle izler görüntülenir. Genellikle yapışkan olarak kola, kaolin, reçine ve silika jel kullanılır. Renklendirici olarak ise inorganik tuzlar ve organik türevler kullanılır.(Sodhi 2001)

2.2.1.2 Manyetik Tozlar

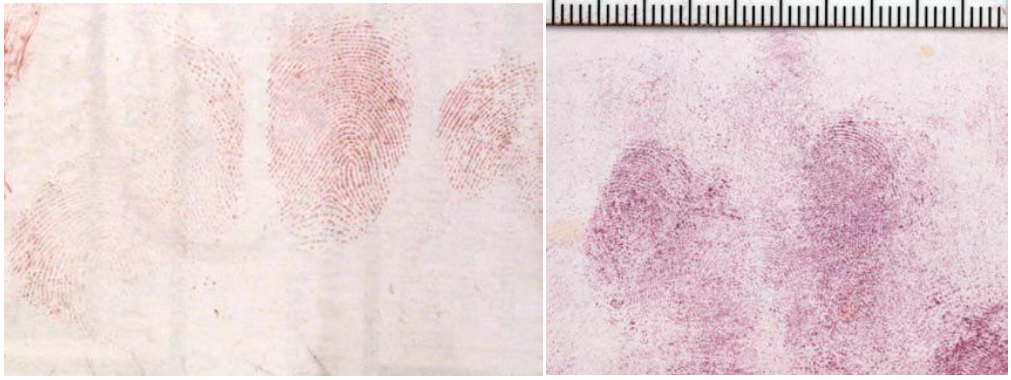
Metal içeren toz formülleri uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Organik tozlara göre avantajları uzun süre raf ömrüne sahip olmalarıdır. Dezavantajları ise kullanıcılar için yaratmış oldukları toksik etkilerdir.

2.2.1.3 Floresan Tozlar

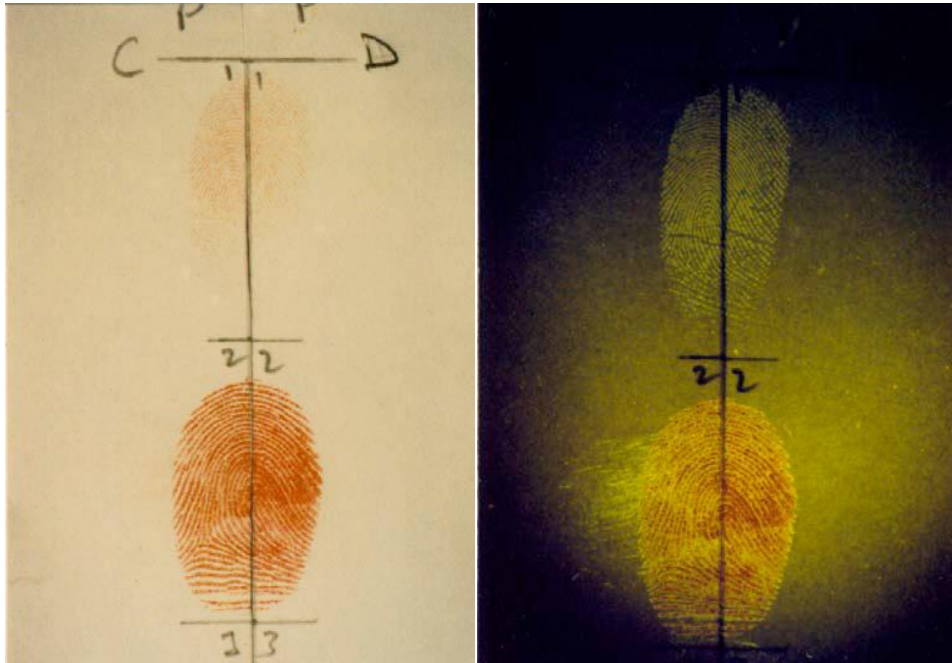
Floresan tozların avantajı, kontrast sorunu olan yada çok renkli yüzeylerdeki kontrast problemlerinde latent parmak izlerinin ortaya çıkarılmasıdır. Dezavantajı ise arazi uygulamalarına uygun olmayışıdır.

2.2.2 Ninhidrin

Ninhidrin kağıt ve karton gibi bazı gözenekli yüzeyler için genel amaçlı olarak kullanılan bir belirteçtir. Parmak izindeki aminoasitler ve bunların parçalanması ile oluşan bileşiklerle reaksiyona girer. Gelişim koşullarına bağlı olarak portakal renginden mora kadar değişen arada renkli iz oluşur. Oluşan mor renkli bileşiğe "Ruhemann Moru" denir(Şekil 2.22-23). Parmak izlerinin gelişimi çoğunlukla birkaç dakika içinde olur, ancak sıcaklık ve nem uygulanması reaksiyonun hızını artırır ve böylelikle geliştirilen iz miktarı artabilir. Parmak izlerinin gelişimi küçük oranda da olsa devam eder ve tam gelişim birkaç hafta devam edebilir.(J.Almog 2010)



Şekil 2.22Ninhidrin ile işlenerek görüntülenmiş farklı renk tonlarındaki izler. (S.M.Bleay 2012)

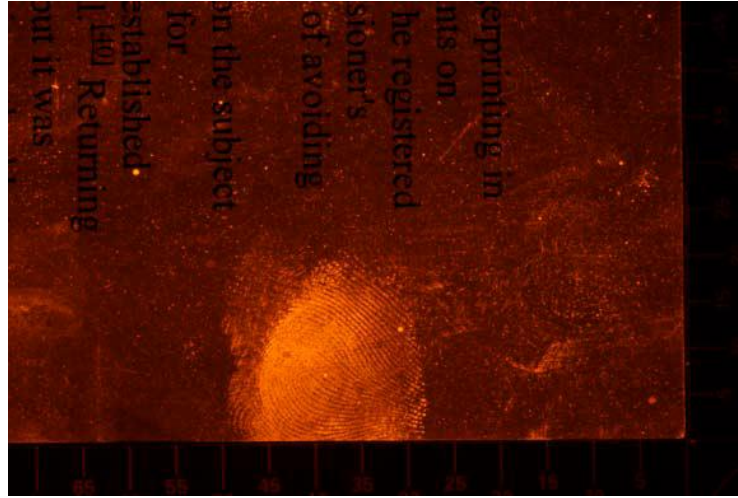


Şekil 2.23Ninhidrin ile ortaya çıkarılmış latent izler(S.M.Bleay 2012)

2.2.3 Diazafluoren-9-ONE (DFO)

DFO genel adıyla bilinen teknikte kullanılan kimyasal 1,8-diazofluoren-9-one'dir. Parmak izinde ki aminoasitler ve diğer bazı bileşenlerle reaksiyona girer. DFO, kağıt ve diğer bazı gözenekli yüzeyler için çok etkili bir belirteçtir ve ninhidrinden daha öncelikle derecede kullanılmaktadır. DFO, ninhidrine göre parmak izlerini çok daha detaylı ve iyi bir şekilde ortaya çıkarma kapasitesine sahiptir.

Uygun renkteki ışık ile ışıklandırıldığında ortaya çıkan parmak izi çok yüksek floresans verir(Şekil 2.24). Bazı parmak izleri magenta renkli(pembe-mor) olabilir. Normal ışık koşullarında bu belirteçle gelişen parmak izleri görünür olmadığından dolayı floresans işleminin kullanımı gereklidir.



Şekil 2.24 DFO ile ortaya çıkarılmış latent iz(S.M.Bleay 2012)

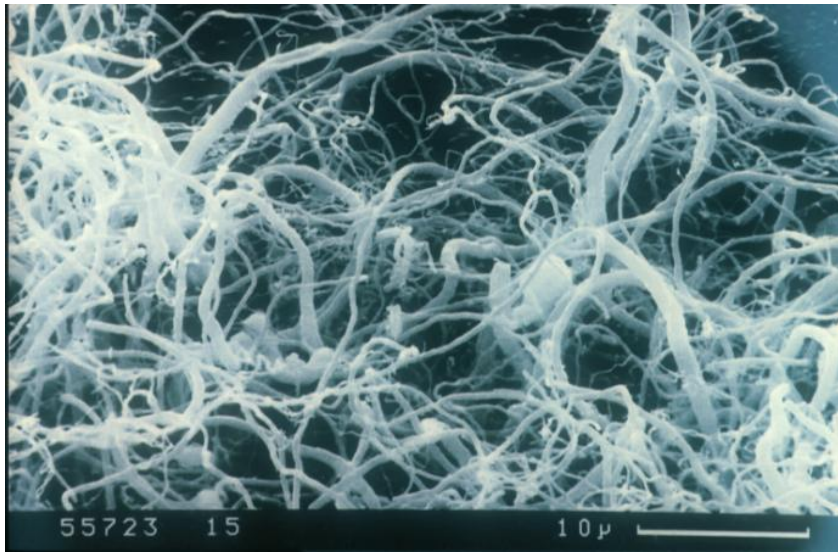
2.2.4 Siyanoakrilat (Super Glue)

Siyanoakrilat, diğer adıyla süper glue, genelde kuvvetli yapıştırıcı özelliği ile tanınır ve düşük yoğunluklu, şeffaf, sıvı yapıdadır ve yeterli sıcaklık altında hızla polimerleşerek yüzeyleri sağlam biçimde birbirine bağlama özelliğine sahiptir. Bu polimerizasyonun gelişmemiş parmak izi içindeki su ve mümkün bazı diğer bileşenlerin katalizörlüğü ile oluştuğu düşünülmektedir. Yöntemin etkinliği büyük ölçüde parmak izinin yaşına ve işlem koşullarına bağlı olarak değişir. Atmosferik basınç, normal oda sıcaklığı ve %80 bağıl nem parmak izi gelişimi için en uygun koşullardır.

Bu yöntem ilk olarak Japonya Ulusal Polis Teşkilatı Kriminal Kimlik Tespit Birimi tarafından 1978 yılında kullanıldı(LEE H.C 2001). Siyanoakrilat buharı uygulamak için uygulama kabinine konulan delillere 10 dakika ile 1 saat arası buhar uygulanır(Şekil 2.25). İşlemin etkinliği uygulama kabinindeki neme bağlıdır(Şekil 2.26). Uygulama kabininden çıkarılan açık renkli delillere floresan renklendirici uygulayarak parmak izi görünür hale getirilir. Yöntem gözenekli yüzeylerde uygulanamaz. Uygulaması kolay bir yöntemdir ama personelin Siyanoakrilat buharına maruz kalmaması gerekir.



Şekil 2.25 Örnek bir Süper Glue Kabini(dellilere buhar uyguluyor).



Şekil 2.26Yüksek nemde uygulanan Super Glue görünümü (S.M.Bleay 2012).

2.2.5 Gümüş Nitrat

Gümüş Nitrat 1891 yılından beri latent parmak izlerini görünür hale getirmek için kullanılmıştır. Bu teknik basit bir temele dayanmaktadır. Gümüş nitrat parmak izinde mevcut olan klorür bileşenleri ile reaksiyona girerek beyaz renkli gümüş klorürü oluşturur. Mor ötesi ışığa maruz bırakıldığından bozunarak siyah renkli gümüş açığa çıkartır. Gözenekli yüzeyler için iyi bir uygulamadır.

İşlenmemiş odun, kağıt ve mukavva gibi gözenekli yüzeylerde etkilidir(Şekil 2.27). Düşük kaliteli kağıtlarda güzel sonuç vermez ve uygulaması zahmetli bir yöntemdir. Yüksek nem ve ışığa fazla maruz kalırsa izde bozulmalar olur(LEE H.C 2001).



Şekil 2.27 Tahta üzerinde Gümüş Nitrat ile ortaya çıkarılmış latent iz (S.M.Bleay 2012)

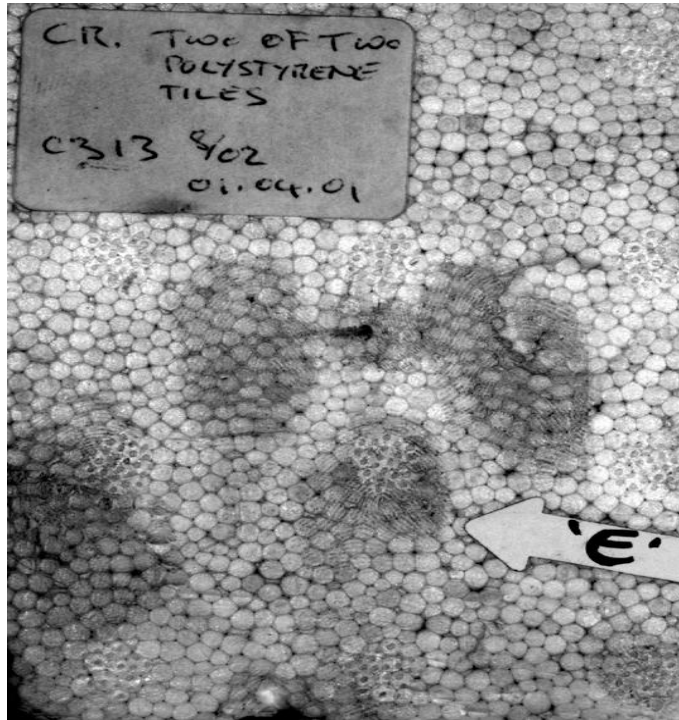
2.2.6 Küçük Parçacık Belirteci(S.P.R. - Small Particle Reagent)

SPR, toz halinde bulunan molibdenium disülfid (siyah SPR) veya titanium dioksit (beyaz SPR) toz parçacıklarının deterjan çözeltisi içindeki süspansiyonudur. Yani parçacıklar deterjan çözeltisi içinde deterjan moleküllerinin parçacıkların etrafını sararak çökmelerini önleyerek ve çözelti içinde askıda kalarak oluşturdukları sistemdir. SPR, latent izlerin yağlı bileşenlerine tutunarak kullanılan tozun renginde birikintiler meydana getirirler. Hızlı ve basit bir işlemdir. Küvet uygulaması oldukça duyarlı bir işlemdir. Fakat daha çok eski izlere nazaran yeni izlere karşı etkilidir. Sprey uygulaması özellikle

olay yerlerinde yapılacak uygulamalar için kullanışlıdır(Şekil 2.28).SPR ile geliştirilen izler, yüzey kurutulduktan sonra fotoğraflamayı basitleştirmek için folye ile alınabilmektedir. Bu yöntem; ıslanmış gözeneksiz yüzeylerde kullanılan bir yöntemdir. Islak yüzeyin kurutulmasına gerek kalmadan kullanılır. Kontamine olduğu için tozlama yönteminde sıkıntıların yaşanacağı yüzeyler için veya politen poşetler, mumlanmış ve plastik kaplanmış kağıtlar, küçük cam ve boyanmış malzemeler gibi gözeneksiz yüzeylerde polistiren köpük kaplama ve beyaz paketleme köpüğü üzerinde küvet yöntemi ile uygulanabilir(Şekil 2.29). Islak olan bütün gözeneksiz yüzeylerde ise sprej metodu uygulanmaktadır(S.M.Bleay 2012)(Y.Gülekcı 2012).



Şekil 2.28 SPR yönteminin araç yüzeyine uygulanması (S.M.Bleay 2012)



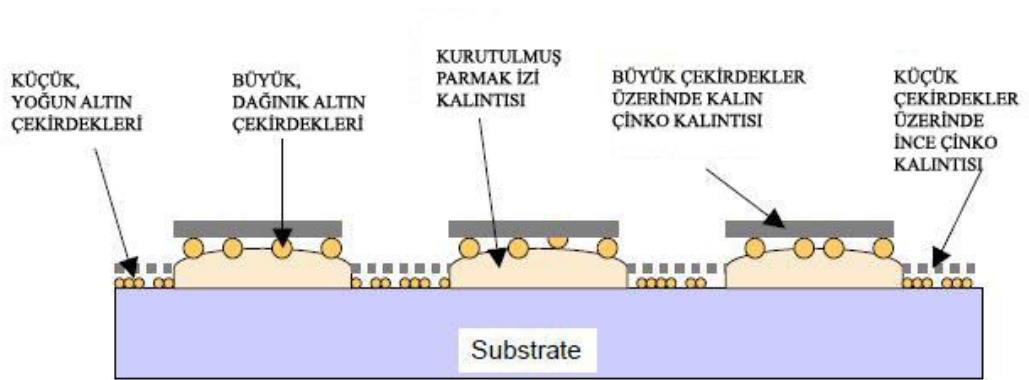
Şekil 2.29 SPR yöntemi ile ortaya çıkarılmış izler (S.M.Bleay 2012)

2.2.7 Vakum Metal Kaplama (V.M.D. - Vacuum Metal Deposition)

VMD yöntemi 1970'ler den beri gözeneksiz yüzeyler ve plastik maddeler üzerinde kullanılan latent parmak izi geliştirme yöntemidir(Şekil 2.30). Super Glue tekniğine göre daha hassas bir tekniktir. Önce altın ve çinkonun(veya kadmiyum) buharlaştırılıp vakumlanması ile oluşturulur. Altın buharlaştırılıp vakumlanarak madde üzerinde çekirdeklenmesi sağlanır. Daha sonra diğer metal (Zn, Cd) buharlaştırılarak çekirdeklenen altının üzerine yatırılır(Şekil 2.31). Belirlenen izin görünürlüğü yada kalınlığı çekirdeklenen altın parçacıklarının büyüklüğüne ve dağılımına göre değişir.(D. N.Jones 2001)(M. N.Jones 2001)(X.Dai 2007)(H.Yu 2011)



Şekil 2.30 VMD ekipmanları

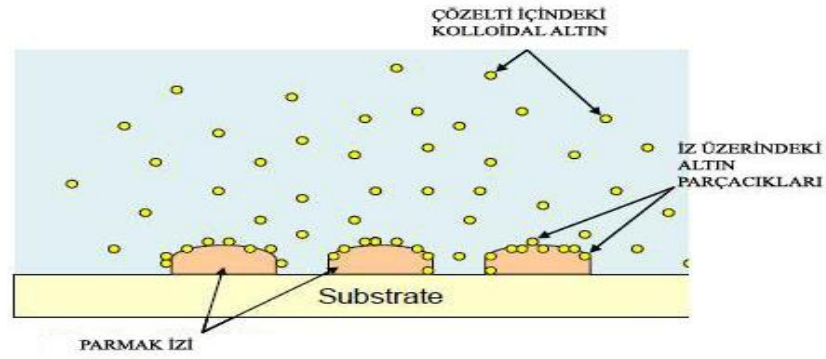


Şekil 2.31 VMD uygulamasının şematik gösterimi.

2.2.8 Birden fazla Metalile Kaplama (M.M.D. - Multi Metal Deposition)

MMD yöntemi ilk olarak 1989 yılında Saunders tarafından denendi ve bu yöntem ismi verildi. Bu yöntem SPR yöntemi ve fiziksel geliştirici prensibini birleştiren iki aşamalı bir latent parmak izi tespit yöntemidir. İlk adım olarak altın nanopartiküllerinin bulunduğu ph derecesi 2,5-2,8 arası olan sulu çözeltiye numune daldırılır. Genellikle ortaya çıkan parmak izinin kontrastı kötüdür. İkinci aşamada ise parmak izi kontrastın arttırmak için fiziksel geliştirici kullanılır. İkinci aşamadan sonra latent iz koyulaşır ve görünür hale gelir.

Asidik koşullar altında (düşük PH) proteinler yada parmak izi içindeki amino asit bulunduran yapıların pozitif yüke sahip olduğu kabul edilir. Bu nedenle negatif yüklü altın nanopartiküllerin elektrostatik etkileşimleri ile parmak izleri üzerinde biriktirilir (Şekil 2.32). Sonra fiziksel geliştirici ile iz koyulaştırılarak net hale getirilir (A. Becue, Detection of fingerprints by colloidal gold (MMD/SMD) – beyond the pH 3 limit 2012).



Şekil 2.32 Parmak izine yapışan altın parçacıklarını gösterir sistematik (S.M. Bleay 2012)

2.3 Temel Bileşen Analizi (Principle Component Analysis)

“Temel Bileşenler Analizi (PCA)”, veri tanıma, sınıflandırma, görüntü sıkıştırma alanlarında kullanılan bir değişkenler setinin varyans-kovaryans yapısını, bu değişkenlerin doğrusal birleşimleri vasıtasıyla açıklayarak, boyut indirgenmesi ve yorumlanmasını sağlayan bir istatistik yöntemidir. Bu yöntemde karşılıklı bağımlılık yapısı gösteren, ölçüm sayısı (n) olan (p) adet değişken; doğrusal, dikey (ortogonal) ve birbirinden bağımsız olma özelliklerini taşıyan (k) tane yeni değişkene dönüştürülmektedir. PCA, verideki gerekli bilgileri ortaya çıkarmada oldukça etkili bir yöntemdir. Yüksek boyutlu verilerdeki boyut sayısının azaltılmasını, verinin sıkıştırılmasını sağlar. Boyut azalmasıyla bazı özelliklerin kaybedileceği kesindir; fakat kaybedilen özellikler çok az bilgi içermektedir(K.Yıldız 2010).

PCA yönteminin birkaç karakteristik özelliğivardır:

- Verinin içindeki en güçlüörüntüyü bulmaya çalışır. Bu yüzden örüntü bulma tekniği olarak kullanılabilir.
- Çoğunlukla verinin sahip olduğu çeşitlilik, tüm boyut takımından seçilen küçük bir boyut setiyle yakalanabilir. Böylece PCA kullanarak yapılan boyut küçültme işlemleri, daha küçük boyutlu veri setlerinin ortaya çıkmasını sağlar ve böylece yüksek boyutlu verilere uygun olmayan teknikler bu yeni veri seti üzerinde rahatça çalışabilir.
- Verideki gürültüler daha güçsüz olduklarından, boyut küçültme sonucunda bu gürültüler temizlenebilir. Bu özellik hem veri madenciliğinde hem de diğer veri analiz algoritmalarında özelliiklekullanışlıdır.

2.3.1 Temel Bileşen Analizinin Matematik İfadesi

Temel bileşenler analizinde, n birey (gözlem) ve p değişkenden oluşan verimatrişi X'in p boyutlu uzaydaki durumu düşünülecek olursa, veri matrisi (her bireybir noktayı göstermek üzere) çok sayıda noktadan oluşan bir topluluk olarak ifadeedilebilir.

Orijinal verilerin oluşturduğu matrisi n x p boyutunda X matrisi oluşaşığıda verilmiştir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2p} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & \dots & x_{3j} & \dots & x_{3p} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ x_{i1} & x_{i2} & x_{i3} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{ip} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} & \dots & x_{nj} & \dots & x_{np} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

p tane tesadüfi değişkeni,

$$X_1 = \begin{bmatrix} x_{11} \\ x_{21} \\ \cdot \\ x_{i1} \\ \cdot \\ x_{n1} \end{bmatrix}, X_2 = \begin{bmatrix} x_{12} \\ x_{22} \\ \cdot \\ x_{i2} \\ \cdot \\ x_{n2} \end{bmatrix}, X_j = \begin{bmatrix} x_{1j} \\ x_{2j} \\ \cdot \\ x_{ij} \\ \cdot \\ x_{nj} \end{bmatrix}, \dots, X_p = \begin{bmatrix} x_{1p} \\ x_{2p} \\ \cdot \\ x_{ip} \\ \cdot \\ x_{np} \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

şeklinde gösterilir. Matematiksel olarak temel bileşenler X_1, X_2, \dots, X_p değişkenlerinin doğrusal kombinasyonlarıdır. Geometrik olarak bu doğrusal bileşenler birbiri ile ilişkili koordinat eksenleri X_1, X_2, \dots, X_p olan orijinal sistemi döndürerek, birbirinden bağımsız yeni koordinat sisteminin oluşturulmasını amaçlamaktadır. Yeni eksenler maksimum değişkenliği içeren yönleri gösterir ve birlikte değişim yapısının daha basit ve daha az sayıda değişken ile açıklanabileceğini verir. X gözlem matrisinin birinci temel bileşenine ait denklem;

$$\begin{aligned} Y_1 &= t_{11}X_1 + t_{22}X_2 + t_{31}X_3 + \dots + t_{p1}X_p \\ Y_1 &= t'_1 X \end{aligned} \quad (2.3)$$

olur burada;

$$t'_1 = (t_{11}, t_{21}, \dots, t_{p1}) \text{ ve } X' = (X_1, X_2, \dots, X_p)$$

$$t'X = (t_{11}, t_{21}, \dots, t_{p1}) \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ X_p \end{bmatrix} = t_{11}X_1 + t_{21}X_2 + t_{31}X_3 + \dots + t_{p1}X_p$$

şeklinde yazılabilir. X matrisinde yer alan p değişkenin doğrusal bileşenlerini bulmak için varyans-kovaryans matrisinin özdeğerleri ve özvektörleri kullanılır. Varyans-kovaryans matrisini oluşturmak için gerekli olan ortalamalar, varyans ve kovaryanslar aşağıda verilen denklemler yardımı ile hesaplanır.

$$\bar{x}_{.j} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n}, j = 1, 2, 3, \dots, p \quad (2.4)$$

$$s = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij} (x_{ij} - \bar{x}_{.j}) (x_{ij'} - \bar{x}_{.j'})}{n-1}, j = 1, 2, 3, \dots, p; j' = 1, 2, 3, \dots, p \quad (2.5)$$

Hesaplanan bu değerler ile oluşturulan varyans-kovaryans matrisi p x p boyutunda olup aşağıda verilmiştir.

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} & \dots & s_{1p} \\ s_{21} & s_{22} & s_{23} & \dots & s_{2p} \\ s_{31} & s_{32} & s_{33} & \dots & s_{3p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{p1} & s_{p2} & s_{p3} & \dots & s_{pp} \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

Böylece temel bileşenlerin doğrusal denklemlerini oluşturmak için eşitlik (2.3)'de verilen birinci temel bileşenin varyansı $t'_{11}t_1 = 1$ kısıtlaması altında aşağıda verildiği şekilde hesaplanır.

$$E\{(t'_1 X)(t'_1 X)'\} = E(t'_1 X X t_1) = t'_1 S t_1 \quad (2.7)$$

yine $t'_{11}t_1 = 1$ kısıtlamasında altında ($t'_{11}t_1 - 1 = 0$) olur. Lagranj (Lagrange) fonksiyonu,

$$\varphi(t_1, \lambda_1) = t'_1 S t_1 - \lambda_1 (t'_1 t_1 - 1) \quad (2.8)$$

elde edilir. Burada; λ_1 lagranj çarpanıdır. t_1 e göre kısmi türevi alınıp sıfıra eşitlenirse,

$$2S t_1 - 2\lambda_1 t_1 = 0 \quad (2.9)$$

elde edilir. Buradan,

$$(S - \lambda_1 I) \mathbf{t}_1 = 0 \quad (2.10)$$

elde edilir. Burada; λ_1 değeri S matrisinin birinci bileşenine ait özdeğer; \mathbf{t}_1 , S matrisinin birinci özdeğerinden elde edilen özvektördür. Söz konusu eşitliğinsolundaki ikinci terim için $\mathbf{t}_1^T \mathbf{t}_1 = 1$ kısıtlama olması sebebiyle $t=0$ 'dan başka çözüm olması, ancak ve ancak birinci terimin determinantının sıfır olması ile mümkündür.

$$|S - \lambda_1 I| = 0 \quad (2.11)$$

Bu eşitliği p özdeğer için genelleştirir ve λ_1 yerine λ koyulduğunda,

$$|S - \lambda I| = 0 \quad (2.12)$$

elde edilir. Bu eşitliğin çözümünde λ 'nın p . dereceden bir polinomu elde edilir ve bu polinomun $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$ olmak üzere toplam p tane kökü, yani özdeğer vardır. Bileşenlerin varyansı özdeğerlere eşit olduklarından ve özdeğerleri büyüktenküçüğe doğru sıralanmasının nedeniyle birinci bileşenin varyansı en yüksek olup diğerleri bunu izler, bu nedenle birinci bileşenin varyansının toplam varyasyondakı payı yüksek olur. Elde edilen p tane özdeğerin her birine karşılık p tane özvektör hesaplanır. Özvektörleri hesaplarırken öncelikle eşitlik (2.11)'den elde edilen her özdeğeri tek tek aynı eşitliğe koyarak matrisin eşleniği (Adjoint)'i bulunursa, yani;

$$Eş(S - \lambda_1 I) \quad (2.13)$$

eşlenik matris kofaktör matrisine eşittir.

$$K = Eş(S - \lambda_1 I) \quad (2.14)$$

K, kofaktör matrisin boyutu $p \times p$ olup sütunların birbirinin aynısı veya farklı olmasının yanında en önemli özelliği birbirine orantılı olmasıdır. Bu özelliğin bir sonucu olarak her sütunun standartlaştırılmış özvektörlerin değerleri birbirine eşittir. Bu özellikten yararlanarak, özvektörlerin standartlaştırılmasına gidilir. Birinci özvektörün standartlaştırılması ile ilgili denklem aşağıda gösterildiği gibidir.

$$t_{i1} = \frac{k_{i1}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p (k_{i1})^2}}, \quad i=1,2,3,\dots,p \quad (2.15)$$

Burada k_{i1} : K matrisinin i 'inci satır elemanıdır. Elde edilen p tane standartlaştırılmış özvektör eşitlik (2.3)'de yerine koyulursa,

$$\begin{aligned}
Y_1 &= t'_1 X = t_{11}X_1 + t_{21}X_2 + \dots + t_{p1}X_p \\
Y_2 &= t'_2 X = t_{21}X_1 + t_{22}X_2 + \dots + t_{p2}X_p \\
&\vdots \\
&\vdots \\
Y_p &= t'_p X = t_{1p}X_1 + t_{2p}X_2 + \dots + t_{pp}X_p
\end{aligned} \tag{2.16}$$

bileşenler elde edilir. Standardize edilmiş özvektörlerin kareleri toplamı 1'e eşittir.

$$\sum_{i=1}^p (k_{i1})^2 \tag{2.17}$$

Böylece, toplam varyasyondaki en büyük katkıyı getiren bileşen için bulduğumuz standardize edilmiş özvektör değerinin,

$$t_{i1}^2, \quad i=1,2,3,\dots,p \tag{2.18}$$

şeklinde karesini almak suretiyle, birinci bileşendeki her değişkenin (türün) toplam varyasyona olan katkısı bulunur ve değişken sayısı,

$$\sum_{i=1}^p (k_{i1})^2 \leq 0,95, \quad i=1,2,3,\dots,p \tag{2.19}$$

eşitliği ile saptanır. Diğer bileşenler (özdeğerler) için de benzer şekilde işlemler yapılır.

Y_1 den sonra bağımsız doğrusal bileşenler arasında en büyük varyansa ikincibileşen sahiptir. Ayrıca, Y_1 ile Y_2 'nin bağımsızlığı ($t'_1 t_2 = 0$),

$$\begin{aligned}
E(Y_1 Y_2) &= E[(t'_1 X)(t'_2 X)'] \\
&= E(t'_1 X X' t_2) \\
&= t'_1 S t_2 \\
&= \lambda_1 t'_1 t_2 \\
&= 0
\end{aligned} \tag{2.20}$$

şeklinde ispat edilir. Böylece, Y_1 ve Y_2 istatistiksel manada hem bağımsız hem dediktir.

2.4 Yapılan Çalışmalar

Mi Jung CHOİ (2008) yaptığı çalışmada; Titanyum dioksit, çinko oksit, demiroksit, yuropyum oksit (europium oxide) nanopartiküller, molibdenyum disülfid nanopartikül ve kadmiyum sülfid nanokristaller kullanarak parmak izi görüntülerini saptamıştır(M.J.Choi, Metal-containing nanoparticles and nanostructured particles in fingerprint detection 2008).

Scott CHADWICK (2012) yaptığı çalışmada; alüminyum oksit nanopartiküller kullanılarak oluşturulan karışımların gözeneksiz yüzeyler üzerindeki etkisi araştırmıştır, görüntülenen parmak izleri normal manyetik tozlar ile karşılaştırılmıştır, karşılaştırılan tozlarda alüminyum oksit bazlı karışımların daha etkili olduğunu saptamıştır(S.Chadwick 2012).

Mi Jung CHOİ (2008) yaptığı çalışmada; çinko oksit nano tozların gözeneksiz yüzeyler üzerine uygulamış ve net sonuçlar elde etmiştir. Çinko oksit toz uygulamasını spr yöntemiyle karşılaştırmış ve polietilen yüzeylerden oluşan latent izlerde spr yöntemini daha başarılı bulmuştur. Lityum katkılı çinko oksit nano tozları katkısız çinko oksit nano tozlardan biraz daha fazla floresan etkisi gösterdiğini saptamıştır(M.J.Choi, An evaluation of nanostructured zinc oxide as a fluorescent powder for fingerprint detection 2008).

Dongmei GAO(2009) yaptığı çalışmada; altın nanopartikül taşıyan solüsyon (koloidal gold) ile uygulama yapmıştır. Yaptığı uygulama MMD gibi çift basamaklı uygulamayı tek basamağa indirmiş ve MMD tekniği ile karşılaştırmıştır. 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, ve 7.0 ph derecelerinde altın nanopartikül solüsyonunu uygulamış ve en iyi sonuçları ph derecesi 2.5-2.8 arası uygulamalarda almıştır. Cam, plastik ve kalay folyo üzerinden aldığı parmak izi sonuçlarını MMD tekniği ile aldığı sonuçlarla karşılaştırmıştır ve MMD de izin rengini siyah, diğerinde ise kırmızıya yakın bulmuştur. İzlerin oluşumu, iz sırtlarının belirginliğini tek basamaklı uygulamada daha başarılı olduğunu saptamıştır(D.Gao 2009).

Andy BECUE (2010) yılında düzenlenen 16. Interpol sempozyum sunumunda; Becue ve arkadaşları literatür oluşturma adına parmak izinde nanoparçacık kullanımı hakkında geniş bilgi vermiş. Altın,titanyum dioksit, evropyum, silika, alüminyum oksit, kadmiyum, çinko oksit vb. nanoparçacıklar hakkında ve floresan özellikleri hakkında bilgi vermiştir(A.Becue, Fingermarks and Other Impresions Left By The Human Body 2010).

Nimer JABER (2012) yaptığı çalışmada; kağıt üzerinden altın nanopartiküller yardımı ile parmak izi görüntüsü elde etmiştir. Dimetil sülfoksit ve altın nanopartikül süspansiyonunu az miktarda asetonitril ile inceltmiştir. Daha sonra

kağıt yüzeyi oluşturduğu süspansiyon banyosunda 5 dakika süre ile bekletmiş ve sonra normal hava koşullarında kurutmuştur. Oluşan parmak izi görüntülerini gümüş fiziksel geliştirici banyosunda 50 saniye kadar tutarak parmak izlerini saptamıştır(N.Jaber 2012).

Angelina Yime Lim (2012) yaptığı çalışmada; SALDI mekanizması ile geliştirilen nanomateryallerin parmak izi tespitinde kullanılabileceğini anlatmış, ahşap üzerinden normal parmak izi tozu ile alınan parmak izinden siyah karbon katkılı silika nanoparçacıklarla alınan parmak izinin daha iyi sonuç verdiğini ve altın nanopartiküllerinde etkili olduğunu saptamıştır(A.Y.Lim 2012).

Bertnard Schnetz (2001) yaptığı çalışmada; MMD tekniği ile çeşitli yüzeylerden aldığı sonuçlara dayanarak görüntü kalitesinin altın nanoparçacıkların boyutlarına göre değiştiğini, daha küçük boyuttaki altın nanoparçacıklarla daha iyi görüntü elde edildiğini, koloidal altın solüsyonunda ideal ph derecesinin 2,5-2,8 arasında değiştiğini açıklamıştır. Koloidal gold uygulamasından sonra saf su ve normal su ile banyo yaptırmıştır, normal su ile banyodan sonra daha iyi görüntü elde edildiğini saptamıştır(B.Schnetz 2001).

C.FAIRLEY (2012) yaptığı çalışmada; MMD yöntemini modifiye ederek, fiziksel geliştiriciden önce hidrokion banyosu ve hidrokion-gümüş solüsyonu aşamalarını eklemiştir. MMD yöntemi ve bu yeni modifiyeli yöntemi karşılaştırmıştır. Modifiyeli yöntemin MMD yöntemine göre daha karmaşık ve emek gerektiren bir yöntem olduğunu, işlem pratikliğini arttırmadığını saptamıştır.PVC sarımlı film, polietilen sarımlı film ve vinil duş perdeleri üzerinden MMD ve VMD yöntemleri ile alınan izleri karşılaştırmıştır. Vinil duş perdesi üzerinden MMD yöntemi ile aldığı izler ile siyanoakrilat yöntemi ile aldığı izleri karşılaştırmıştır. Suni deri üzerinden aldığı izlerde MMD ile SPR yöntemini karşılaştırmıştır. PVC sarılı film ve polietilen sarılı filmlerde MMD yönteminin daha başarılı saptamıştır. Vinil duş perdesinde ise VMD yi MMD yönteminden başarılı saptamış, siyanoakrilat yöntemini ise her iki yöntemden daha başarılı saptamıştır. Kırmızı deri üzerinden MMD ile alınan izleri yetersiz bulmuş, ama beyaz ve siyah deri üzerinden alınan izleri daha başarılı bulmuştur. Suni deriler üzerinden alınan izlerde SPR uygulamasını daha ucuz ve kullanışlı olduğunu saptamıştır(C.Fairley 2012).

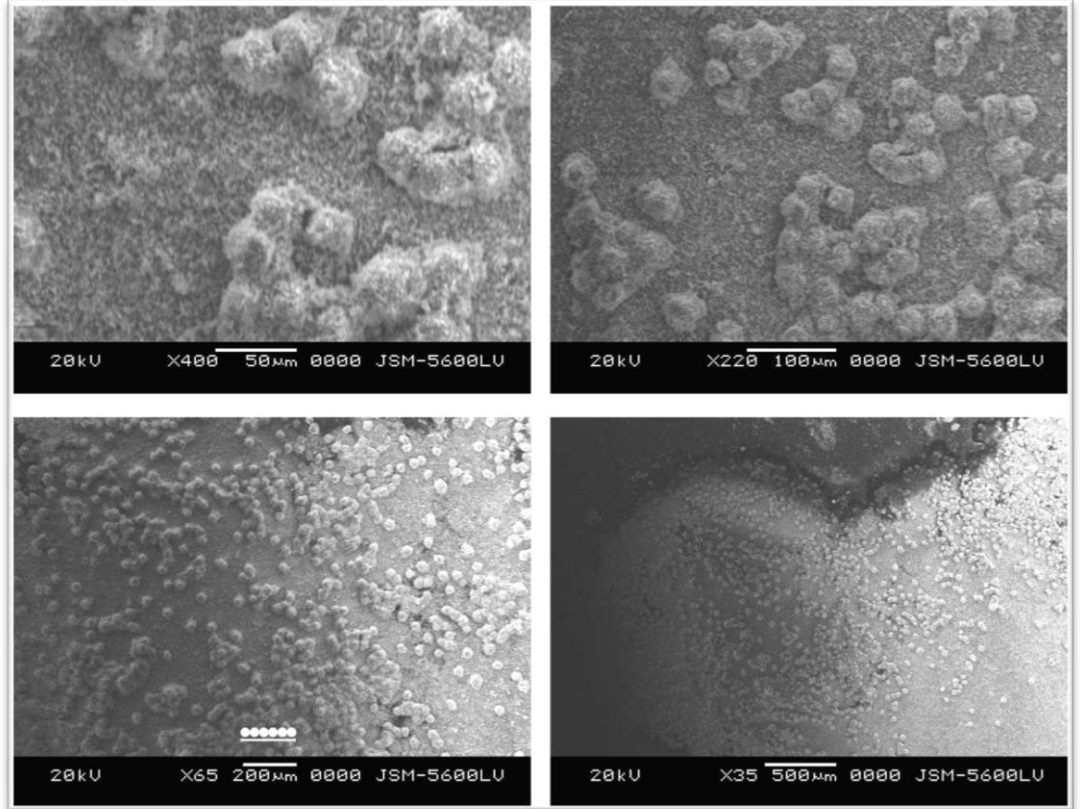
Berendan J.THEAKER(2007) yaptığı çalışmada; katkılı mikro parçacıklarla parmak izi tespiti üzerine çalışma yapılmıştır. Elde ettiği karbon siyahı (Carbon Black), Titanyum Dioksit, Manyetit, Metilen Mavi, Kristal Menekşe mikroparçacıklarla ile beyaz ışıktaki ve mor ışıktaki cam ve paslanmaz çelik üzerinden görüntüler almıştır. Mikro ve nanoparçacıkların ajan olarak kullanılabileceğini floresans özelliklerinden yararlanılarak daha iyi görüntüler elde edilebileceğini saptamıştır(B.J.Theaker 2008).

3 Materyal ve Metod

3.1 Materyal

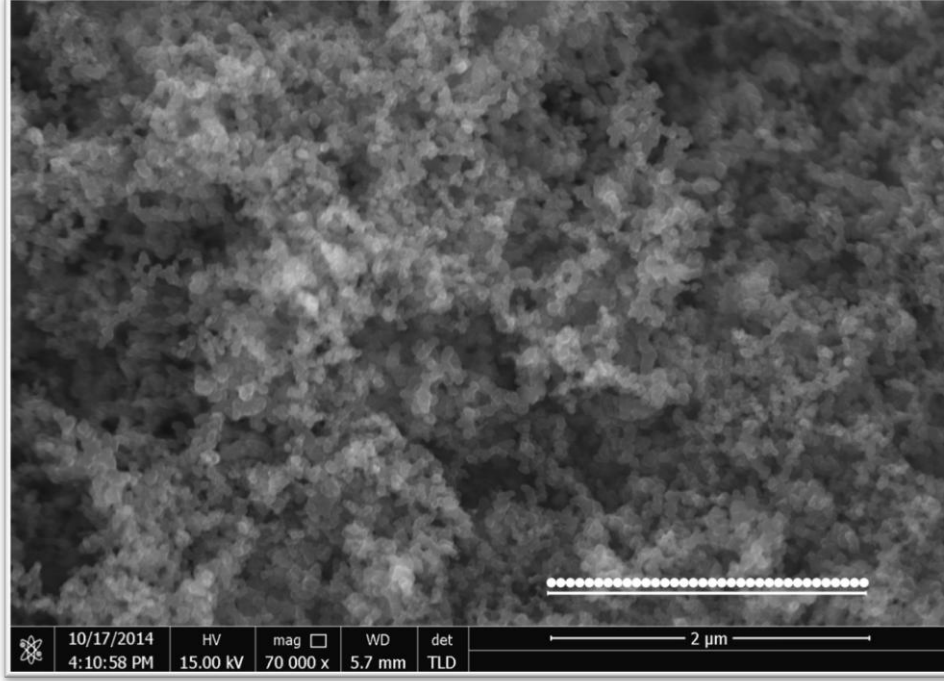
Bu çalışmada kağıt, cam ve seramik yüzeylerdeki latent parmak izlerinin görüntülenmesinde tozlama yöntemi kullanılmıştır. Latent parmak izi tespiti için olay yeri inceleme birimleri tarafından en çok kullanılan geleneksel siyah parmak izi tozu (Heavy Volcano Latent Print Powder, Heavy Black) ile karbon nano tozlar (TIMCAL Super P Conductive Carbon Black) kullanılmıştır.

Kullanılan her iki tozda karbon temelli olduğundan açık renkli yüzeylerde kontrast oluşturur ve daha etkili sonuç verir. Her iki toz yüzey taramalı elektron mikroskop (Scanning electron microscope – SEM) yardımıyla incelenmiştir. Şekil 3.1’de 20 kV operasyon voltajı altında siyah parmak izi tozlarının morfolojisi (x400, x220, x65 ve x35 büyütme için) görülmektedir. Bu tozlar küresel görünümde olup çapları yaklaşık 33µm civarında ölçülmüştür. Ölçme işlemi şekil 3.1’de ki x65 büyütme olan fotoğrafta gösterilmektedir. Burada 6 adet beyaz küre çizilmiş ve ortalama yarıçapı 200 µm referans çizgisi kullanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.1.Sirchie Heavy Volcano Latent Print Powder (Heavy Black) parmak izi tozunun SEM görüntüleri.

Şekil 3.2’de 15 kV operasyon voltajı altında TIMCAL Super P Conductive Carbon Black nano tozlarının morfolojisi (x70000 büyütme için) görülmektedir. Bu tozlar küresel görünümde olup çapları yaklaşık 59nm civarında ölçülmüştür. Ölçme işlemi şekil 3.2’de ki fotoğrafta gösterilmektedir. Burada 34 adet beyaz küre çizilmiş ve ortalama yarıçapı 2 µm referans çizgisi kullanılarak hesaplanmıştır.

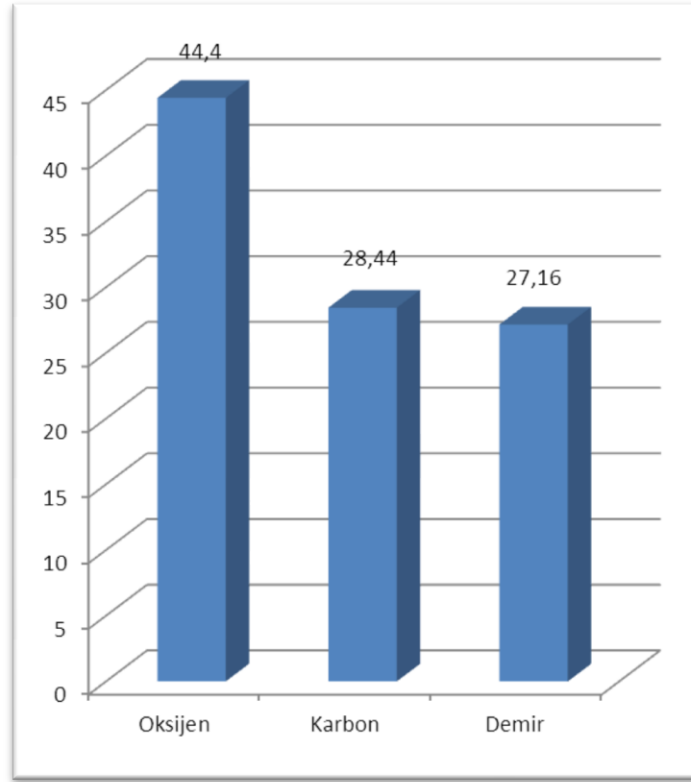


Şekil 3.2.TIMCAL Super P Conductive Carbon Black nano tozunun SEM görüntüleri.

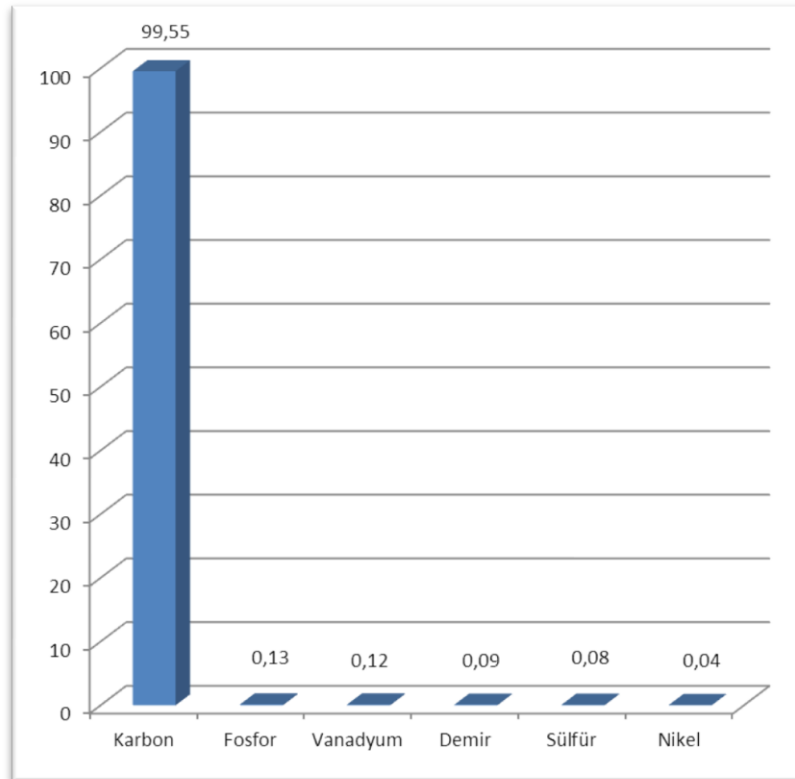
Kullanılan numunelerin element yüzde analizi SEM–EDX (Energy Dispersive X-ray) kullanılarak yapılmıştır. SEM–EDX (Energy Dispersive X-ray) analizinde numune içindeki elementlerin yüzdeleri, elementlerin piklerinin altındaki alanlarla orantılıdır. Şekil 3.3 ve 3.4’te siyah parmak izi tozu ve karbon nano toz element yüzdeleri verilmiştir.

Ek 1’de siyah parmak izi tozu malzeme güvenlik bilgi formu eklenmiştir. Bu malzemenin bileşimi %66,5 demir oksit (iron(II,III)oxide) ve %33,5 Lycopodium (Kurt pençesi veya kibrit otu adı ile bilinmektedir) verilmektedir. Bu çalışmada kullanılan tozun bileşiminde %27,16 Demir, %44,40 Oksijen ve %28,44 Karbon bulunmuştur.

Ek 2’de karbon nano tozu malzeme güvenlik bilgi formu eklenmiştir. Bu malzemede > %96 karbon olduğu verilmektedir. Bu malzemenin referans (MTI Corporation) da verilen bileşim yüzedeleri sırasıyla 1 ppm vanadyum (%0,0001), 5 ppm demir, 200 ppm sülfür ve 1 ppm nikel (%0,0001) dir. Bu çalışmada kullanılan nano tozun bileşiminde %99,55 karbon olmak üzere %0,12 vanadyum, %0,09 demir, %0,08 sülfür ve %0,04 nikel bulunmuştur. Ayrıca %0,13 oranında fosfor gözlenmiştir.



Şekil 3.3Siyah parmak izi tozonun element yüzdeleri.



Şekil 3.4Karbon nano tozonun element yüzdeleri.

3.2 Metod

Bir önceki bölümde karakterizasyonu yapılan tozların farklı yüzeylerde uygulaması yapılmıştır. Her iki toz A4 kağıt, cam ve seramik yüzeylere uygulanmıştır. 40 yaşında erkek birey donör olarak kullanılmıştır. Donörden her yüzeye başparmağı ile nemsiz, hava akımı olmayan kapalı ortamda 12 tane baskı yapması istenmiştir. Baskıların 6 tanesi siyah parmak izi tozu geri kalan 6 tanesi ise karbon nanotoz uygulanmıştır. İlk olarak kağıt, cam ve seramik üzerine baskılanan latent parmak izlerine “fiber glass” fırça ile parmak izi tozu uygulanmıştır. Uygulamada parmak izi tozu temiz kağıt üzerine dökülmüş daha sonrada toz üzerinde fiber glass fırça gezdirilerek tozun fırça uçlarına yapışması sağlanmıştır. Bu aşamadan sonra sırasıyla kağıt, cam ve seramik üzerine fırça hafifçe döndürülerek gezdirilmiştir. Bu işlem izler ortaya çıkana kadar sürmüştür. Görünür hale gelen parmak izleri VSC 6000-HS cihazı kullanılarak görüntülenmiştir. Farklı tozlar için farklı fiber glass fırça kullanılmıştır.

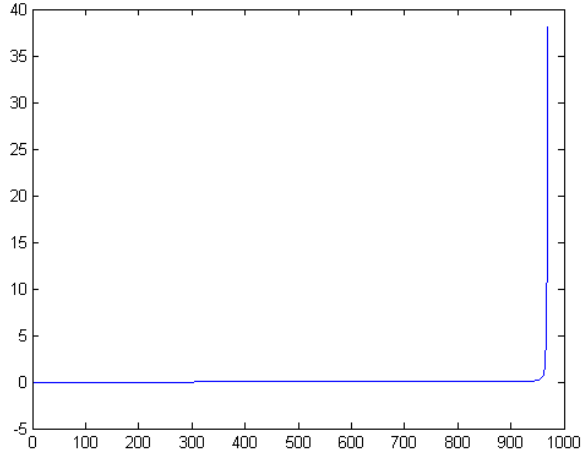
Görünür hale gelen parmak izlerine Matlab programında yazılan ve Ek-3 de yer alan kod uygulanmıştır. Yapılan işlemler aşağıda yer alan örnek uygulamada açıklanmıştır;

Oluşturacağımız her yeni değişken orijinal değişkenin doğrusal birleşimidir. Üzerinde en çok veriyi taşıyan bileşen 1. Temel bileşen olmak üzere bileşenler sıralanacaktır. Veri büyüklüğüne göre 1. Temel bileşenden sonraki bileşen 2.bileşen olacak, 2.den sonra da 3. olacak ve son bileşene kadar devam edecek, görüntünün en az veri taşıyan bileşenleri seçmeyerek hem görüntünün gürültüden arındırıp ayrıntılarından kurtulacağız hemde boyutu azaltmış olacağız.

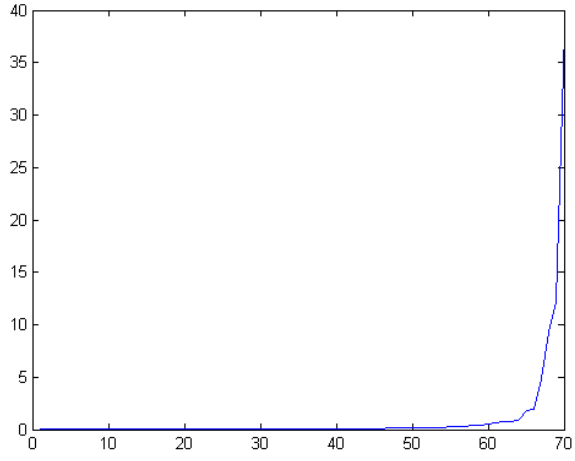
Örnek uygulama;



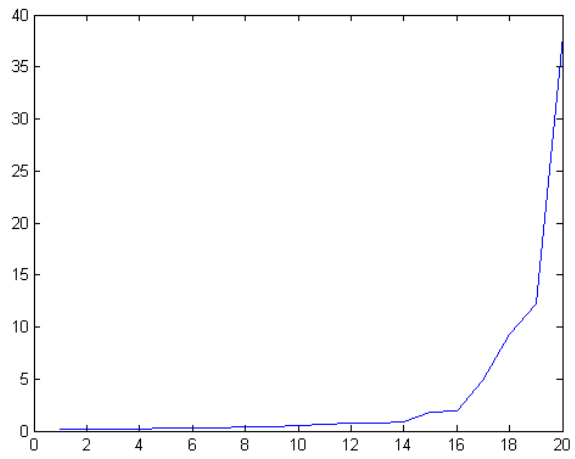
Şekil 3.5 Orijinal resim.



Şekil 3.6 Öz değer ve öz vektör grafiği.



Şekil 3.7 900-969 arasındaki öz vektörlerin öz değer grafiği.



Şekil 3.8 950-969 arası öz vektörlerin özdeğer grafiği.



Şekil 3.9 19 tane öz vektör ile oluşturulmuş yeni resim.

Şekil 3.5 de verilen orijinal resime Ek-3 de yer alan kod uygulanmıştır. Resmin öz değer-öz vektör grafikleri Şekil 3.6-7-8 de gösterilmiştir. Grafiklerde “x” eksenini öz vektör y eksenini öz değer olarak gösterilmektedir. Resim değerlendirilirken öz değer-öz vektör grafiklerine bakılmış ve grafiklerde 19 vektörün en yüksek değeri taşıyan vektörler olduğu anlaşılmıştır. Ek-3 de yer alan TBA değeri 19 seçilerek Şekil 3.9 deki resim oluşturulmuştur.

Tablo 3-1 Orijinal resimdeki öz değerler, yüzdeleri oranları ve kümülatif katkıları

	Öz Değer	$\lambda_n/\lambda_{\text{Toplam}}$	% Oran	Kümülatif Oran
λ_1	38,0268	0,4948	49,48	49,48
λ_2	12,1972	0,1587	15,87	65,35
λ_3	9,2581	0,1205	12,05	77,40
λ_4	4,8762	0,0635	6,35	83,75
λ_5	1,8962	0,0247	2,47	86,22
λ_6	1,7766	0,0231	2,31	88,53
λ_7	0,8951	0,0116	1,16	89,69
λ_8	0,7977	0,0104	1,04	90,73
λ_9	0,7256	0,0094	0,94	91,67
λ_{10}	0,6564	0,0085	0,85	92,52
λ_{11}	0,5686	0,0074	0,74	93,26
λ_{12}	0,4031	0,0052	0,52	93,78
λ_{13}	0,3984	0,0052	0,52	94,30
λ_{14}	0,3094	0,0040	0,4000	94,70
λ_{15}	0,2828	0,0037	0,3700	95,07
λ_{16}	0,2584	0,0034	0,3400	95,41

λ_{17}	0,1981	0,0026	0,2600	95,67
λ_{18}	0,1785	0,0023	0,2300	95,90
λ_{19}	0,1705	0,0022	0,2200	96,12

Tüm öz değerlerin toplamı olan λ_{Toplam} değeri 76,8528 dir. Öz değerlerin en büyüğü olan 1. Öz değerimiz 38,0268 dir. İlk öz değerimiz toplam öz değerimizin yaklaşık yarısı ve en büyüğüdür. Öz değerlerin yüzdeler oranları kümülatif olarak toplandığında (Tablo 3.1) seçtiğimiz öz değerlerin toplamının resmin değerlerinin %96,12 sini taşıdığı görülmektedir. 969 tane öz değere sahip orjinal resimde 950 tane öz değer tüm öz değerlerin %3,88 olduğu görülmektedir. Fotoğraftaki 950 öz değer elimine edilmiştir.

4 Bulgular

Şekil 4.1'de sol tarafta siyah parmak izi tozu ve sağ tarafta ise nano toz kullanılarak standart A4 kağıdı üzerinde tespit edilen parmak izleri gösterilmektedir.



Şekil 4.1A4 kağıdı üzerinde tespit edilen parmak izleri.

Şekil 4.2'de sol tarafta siyah parmak izi tozu ve sağ tarafta ise nano toz kullanılarak cam yüzey üzerinde tespit edilen parmak izleri gösterilmektedir.



Şekil 4.2Cam yüzey üzerinde tespit edilen parmak izleri.

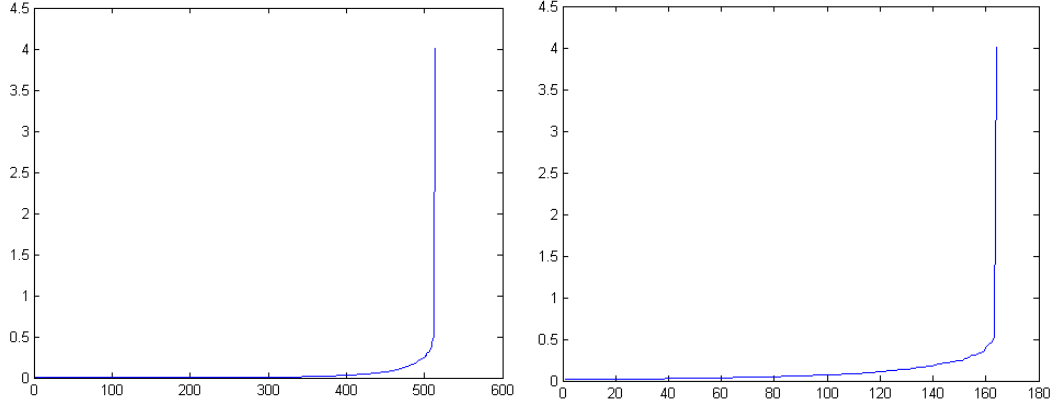
Şekil 4.3'de sol tarafta siyah parmak izi tozu ve sağ tarafta ise nano toz kullanılarak seramik yüzey üzerinde tespit edilen parmak izleri gösterilmektedir.



Şekil 4.3Seramik yüzey üzerinde tespit edilen parmak izleri.

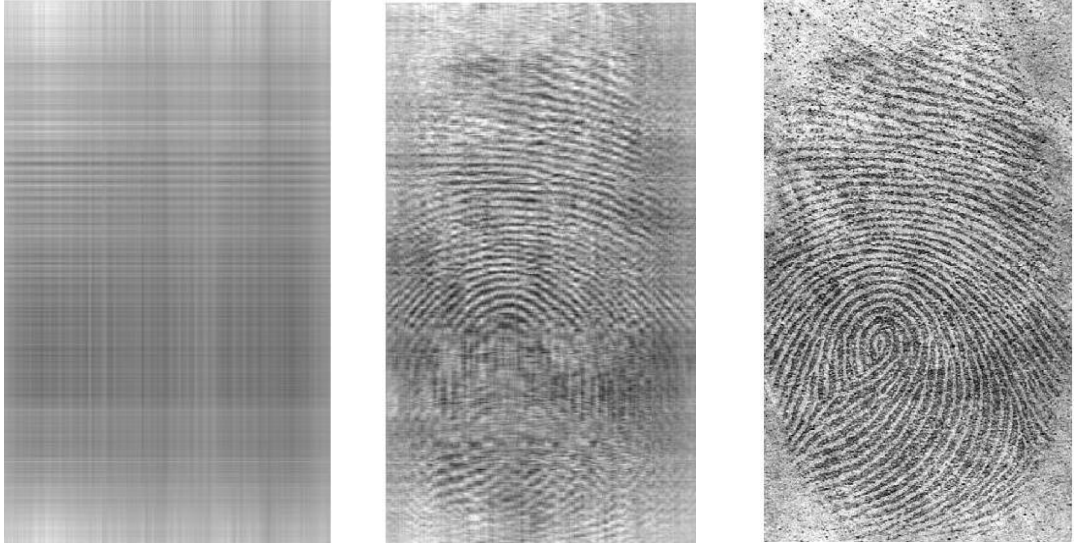
4.1.1 A4 Kağıt-Siyah Parmak İzi Tozu PCA Uygulaması

Şekil 4.1'de siyah parmak izi tozu uygulanan fotoğrafa bir önceki kelebek örneğinde uygulanan adımlar sırasıyla uygulanmıştır. Şekil 5.6 sol tarafta tüm fotoğrafın öz değer-öz vektör grafiği verilmiş iken sağ tarafta ise sadece 350 ile 513 arasındaki öz değer-öz vektör grafiği çizilmiştir.



Şekil 4.4 Sol tarafta tüm resmin öz değer-öz vektör grafiği ve sağ tarafta ise sadece 350-513 arasındaki öz değer-öz vektörler çizilmiştir.

Şekil 4.4'de verilen grafiklerde en iyi veriyi oluşturmak üzere öz değeri yüksek olan 163 öz vektör seçilmiştir. Görüntü kalitesini gösterebilmek için sırasıyla 1, 15 ve 163 tane öz vektör kullanılarak parmak izi yeniden oluşturulmuş ve şekil 4.5 gösterilmiştir.



Şekil 4.5 Soldan sağa 1, 15 ve 163 tane öz vektör ile oluşturulmuş yeni resimler.

Tablo 4.1'de 1-163 arasındaki öz değerler, bu öz değerlerin toplam öz değere oranı ve sırasıyla yüzdelik oranların kümülatif toplamı verilmiştir.

	Öz Değer	$\lambda_n/\lambda_{Toplam}$	% Oran	Kümülatif Oran		Öz Değer	$\lambda_n/\lambda_{Toplam}$	% Oran	Kümülatif Oran
λ_1	4,0033	0,2012	20,12	20,12	λ_{49}	0,0979	0,0049	0,49	71,14
λ_2	0,5289	0,0266	2,66	22,78	λ_{50}	0,0961	0,0048	0,48	71,62
λ_3	0,4581	0,0230	2,30	25,08	λ_{51}	0,0931	0,0047	0,47	72,09
λ_4	0,4399	0,0221	2,21	27,29	λ_{52}	0,0920	0,0046	0,46	72,55
λ_5	0,4007	0,0201	2,01	29,30	λ_{53}	0,0896	0,0045	0,45	73,00
λ_6	0,3497	0,0176	1,76	31,06	λ_{54}	0,0875	0,0044	0,44	73,44
λ_7	0,3352	0,0168	1,68	32,74	λ_{55}	0,0859	0,0043	0,43	73,87
λ_8	0,3253	0,0163	1,63	34,37	λ_{56}	0,0854	0,0043	0,43	74,30
λ_9	0,3120	0,0157	1,57	35,94	λ_{57}	0,0845	0,0042	0,42	74,72
λ_{10}	0,3068	0,0154	1,54	37,48	λ_{58}	0,0821	0,0041	0,41	75,13
λ_{11}	0,2949	0,0148	1,48	38,96	λ_{59}	0,0811	0,0041	0,41	75,54
λ_{12}	0,2745	0,0138	1,38	40,34	λ_{60}	0,0782	0,0039	0,39	75,93
λ_{13}	0,2667	0,0134	1,34	41,68	λ_{61}	0,0771	0,0039	0,39	76,32
λ_{14}	0,2497	0,0125	1,25	42,93	λ_{62}	0,0754	0,0038	0,38	76,70
λ_{15}	0,2457	0,0123	1,23	44,16	λ_{63}	0,0750	0,0038	0,38	77,08
λ_{16}	0,2369	0,0119	1,19	45,35	λ_{64}	0,0738	0,0037	0,37	77,45
λ_{17}	0,2327	0,0117	1,17	46,52	λ_{65}	0,0731	0,0037	0,37	77,82
λ_{18}	0,2295	0,0115	1,15	47,67	λ_{66}	0,0705	0,0035	0,35	78,17
λ_{19}	0,2227	0,0112	1,12	48,79	λ_{67}	0,0691	0,0035	0,35	78,52
λ_{20}	0,2194	0,0110	1,10	49,89	λ_{68}	0,0686	0,0034	0,34	78,86
λ_{21}	0,2127	0,0107	1,07	50,96	λ_{69}	0,0675	0,0034	0,34	79,20
λ_{22}	0,2055	0,0103	1,03	51,99	λ_{70}	0,0669	0,0034	0,34	79,54
λ_{23}	0,1975	0,0099	0,99	52,98	λ_{71}	0,0647	0,0032	0,32	79,86
λ_{24}	0,1914	0,0096	0,96	53,94	λ_{72}	0,0637	0,0032	0,32	80,18
λ_{25}	0,1822	0,0092	0,92	54,86	λ_{73}	0,0615	0,0031	0,31	80,49
λ_{26}	0,1809	0,0091	0,91	55,77	λ_{74}	0,0608	0,0031	0,31	80,80
λ_{27}	0,1752	0,0088	0,88	56,65	λ_{75}	0,0593	0,0030	0,30	81,10
λ_{28}	0,1709	0,0086	0,86	57,51	λ_{76}	0,0592	0,0030	0,30	81,40
λ_{29}	0,1655	0,0083	0,83	58,34	λ_{77}	0,0587	0,0030	0,30	81,70
λ_{30}	0,1630	0,0082	0,82	59,16	λ_{78}	0,0568	0,0029	0,29	81,99
λ_{31}	0,1607	0,0081	0,81	59,97	λ_{79}	0,0557	0,0028	0,28	82,27
λ_{32}	0,1516	0,0076	0,76	60,73	λ_{80}	0,0536	0,0027	0,27	82,54
λ_{33}	0,1489	0,0075	0,75	61,48	λ_{81}	0,0535	0,0027	0,27	82,81
λ_{34}	0,1432	0,0072	0,72	62,20	λ_{82}	0,0530	0,0027	0,27	83,08
λ_{35}	0,1401	0,0070	0,70	62,90	λ_{83}	0,0517	0,0026	0,26	83,34
λ_{36}	0,1374	0,0069	0,69	63,59	λ_{84}	0,0513	0,0026	0,26	83,60
λ_{37}	0,1325	0,0067	0,67	64,26	λ_{85}	0,0505	0,0025	0,25	83,85
λ_{38}	0,1317	0,0066	0,66	64,92	λ_{86}	0,0494	0,0025	0,25	84,10
λ_{39}	0,1279	0,0064	0,64	65,56	λ_{87}	0,0490	0,0025	0,25	84,35
λ_{40}	0,1271	0,0064	0,64	66,20	λ_{88}	0,0477	0,0024	0,24	84,59
λ_{41}	0,1207	0,0061	0,61	66,81	λ_{89}	0,0472	0,0024	0,24	84,83
λ_{42}	0,1185	0,0060	0,60	67,41	λ_{90}	0,0466	0,0023	0,23	85,06
λ_{43}	0,1162	0,0058	0,58	67,99	λ_{91}	0,0454	0,0023	0,23	85,29
λ_{44}	0,1147	0,0058	0,58	68,57	λ_{92}	0,0447	0,0022	0,22	85,51
λ_{45}	0,1068	0,0054	0,54	69,11	λ_{93}	0,0438	0,0022	0,22	85,73
λ_{46}	0,1056	0,0053	0,53	69,64	λ_{94}	0,0433	0,0022	0,22	85,95
λ_{47}	0,1019	0,0051	0,51	70,1500	λ_{95}	0,0423	0,0021	0,21	86,16
λ_{48}	0,1001	0,0050	0,50	70,6500	λ_{96}	0,0416	0,0021	0,21	86,37

	Öz Değer	$\lambda_n/\lambda_{\text{Toplam}}$	% Oran	Kümülatif Oran
λ_{97}	0,0413	0,0021	0,21	86,58
λ_{98}	0,0408	0,0021	0,21	86,79
λ_{99}	0,0400	0,0020	0,20	86,99
λ_{100}	0,0396	0,0020	0,20	87,19
λ_{101}	0,0390	0,0020	0,20	87,39
λ_{102}	0,0384	0,0019	0,19	87,58
λ_{103}	0,0380	0,0019	0,19	87,77
λ_{104}	0,0377	0,0019	0,19	87,96
λ_{105}	0,0366	0,0018	0,18	88,14
λ_{106}	0,0359	0,0018	0,18	88,32
λ_{107}	0,0356	0,0018	0,18	88,50
λ_{108}	0,0351	0,0018	0,18	88,68
λ_{109}	0,0344	0,0017	0,17	88,85
λ_{110}	0,0342	0,0017	0,17	89,02
λ_{111}	0,0337	0,0017	0,17	89,19
λ_{112}	0,0330	0,0017	0,17	89,36
λ_{113}	0,0322	0,0016	0,16	89,52
λ_{114}	0,0319	0,0016	0,16	89,68
λ_{115}	0,0313	0,0016	0,16	89,84
λ_{116}	0,0306	0,0015	0,15	89,99
λ_{117}	0,0301	0,0015	0,15	90,14
λ_{118}	0,0294	0,0015	0,15	90,29
λ_{119}	0,0291	0,0015	0,15	90,44
λ_{120}	0,0285	0,0014	0,14	90,58
λ_{121}	0,0277	0,0014	0,14	90,72
λ_{122}	0,0274	0,0014	0,14	90,86
λ_{123}	0,0273	0,0014	0,14	91,00
λ_{124}	0,0270	0,0014	0,14	91,14
λ_{125}	0,0265	0,0013	0,13	91,27
λ_{126}	0,0264	0,0013	0,13	91,40
λ_{127}	0,0262	0,0013	0,13	91,53
λ_{128}	0,0256	0,0013	0,13	91,66
λ_{129}	0,0252	0,0013	0,13	91,79
λ_{130}	0,0251	0,0013	0,13	91,92
λ_{131}	0,0242	0,0012	0,12	92,04
λ_{132}	0,0239	0,0012	0,12	92,16
λ_{133}	0,0235	0,0012	0,12	92,28
λ_{134}	0,0231	0,0012	0,12	92,40
λ_{135}	0,0228	0,0011	0,11	92,51
λ_{136}	0,0224	0,0011	0,11	92,62
λ_{137}	0,0218	0,0011	0,11	92,73
λ_{138}	0,0216	0,0011	0,11	92,84
λ_{139}	0,0213	0,0011	0,11	92,95
λ_{140}	0,0209	0,0011	0,11	93,06
λ_{141}	0,0209	0,0010	0,10	93,16
λ_{142}	0,0207	0,0010	0,10	93,26
λ_{143}	0,0204	0,0010	0,10	93,36
λ_{144}	0,0195	0,0010	0,10	93,46

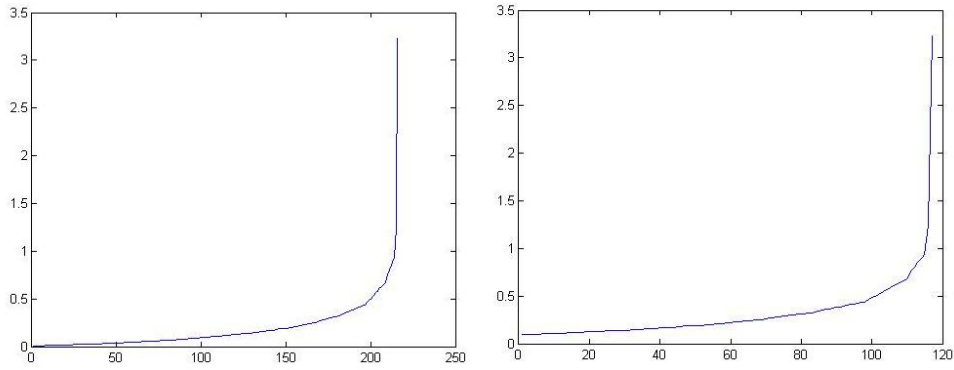
	Öz Değer	$\lambda_n/\lambda_{\text{Toplam}}$	% Oran	Kümülatif Oran
λ_{145}	0,0193	0,0010	0,10	93,56
λ_{146}	0,0188	0,0009	0,09	93,65
λ_{147}	0,0187	0,0009	0,09	93,74
λ_{148}	0,0184	0,0009	0,09	93,83
λ_{149}	0,0181	0,0009	0,09	93,92
λ_{150}	0,0181	0,0009	0,09	94,01
λ_{151}	0,0178	0,0009	0,09	94,10
λ_{152}	0,0174	0,0009	0,09	94,19
λ_{153}	0,0170	0,0009	0,09	94,28
λ_{154}	0,0167	0,0008	0,08	94,36
λ_{155}	0,0164	0,0008	0,08	94,44
λ_{156}	0,0160	0,0008	0,08	94,52
λ_{157}	0,0158	0,0008	0,08	94,60
λ_{158}	0,0157	0,0008	0,08	94,68
λ_{159}	0,0153	0,0008	0,08	94,76
λ_{160}	0,0153	0,0008	0,08	94,84
λ_{161}	0,0150	0,0008	0,08	94,92
λ_{162}	0,0148	0,0007	0,07	94,99
λ_{163}	0,0146	0,0007	0,07	95,06

Tablo 4-1 Siyah parmak izi tozu uygulanmış kağıttan alınan parmak izi fotoğrafındaki öz değerler, yüzdeler oranları ve kümülatif katkıları

Tüm öz değerlerin toplamı olan λ_{Toplam} değeri 19,8971 dir. Öz değerlerin en büyüğü olan 1. Öz değerimiz 4,0033 dir. İlk öz değerimiz toplam öz değerimizin %20,12 sidir. Öz değerlerin yüzdeler oranlarını kümülatif olarak topladığında (Tablo 4.1) seçtiğimiz öz değerlerin toplamının resmin değerlerinin %95,06 sını taşıdığı görülmektedir. 513 tane öz değere sahip fotoğraftaki 350 tane öz değer tüm öz değerlerin %4,94 olduğu görülmektedir. Fotoğraftaki 350 öz değer elimine edilmiştir.

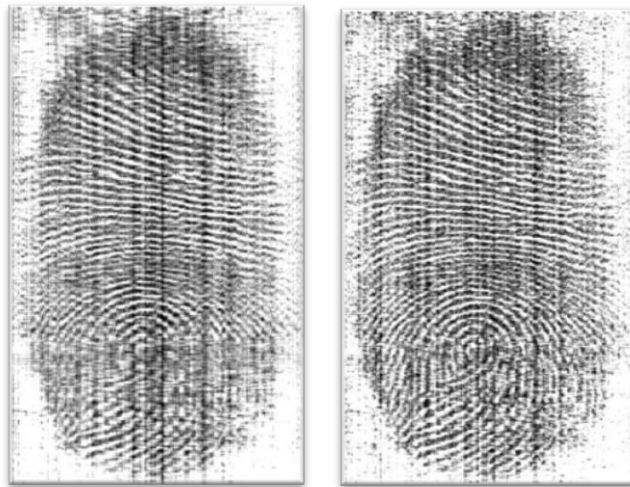
4.1.2 A4 Kağıt-Nano Toz PCA Uygulaması

Şekil 4.1’de nano toz uygulanan fotoğrafa kelebek örneğinde uygulanan adımlar sırasıyla uygulanmıştır. Şekil 4.6’da sol tarafta tüm fotoğrafın öz değer-öz vektör grafiği verilmiş iken sağ tarafta ise sadece 100 ile 216 arasındaki öz değer-öz vektör grafiği çizilmiştir.



Şekil 4.6 Sol tarafta tüm resmin öz değer-öz vektör grafiği ve sağ tarafta ise sadece 100–216 arasındaki değer-öz vektörler çizilmiştir.

Şekil 4.6’da verilen grafiklerde en iyi veriyi oluşturmak üzere öz değeri yüksek olan 36 öz vektör seçilmiştir. Görüntü kalitesini gösterebilmek için sırasıyla 20 ve 36 tane öz vektör kullanılarak parmak izi yeniden oluşturulmuş ve şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7 Soldan sağa 20 ve 36 tane öz vektör ile oluşturulmuş yeni resimler.

Tablo 4.2’de 1-36 arasındaki öz değerler, bu özdeğerlerin toplam öz değere oranı ve sırasıyla yüzdeler oranların kümülatif toplamı verilmiştir.

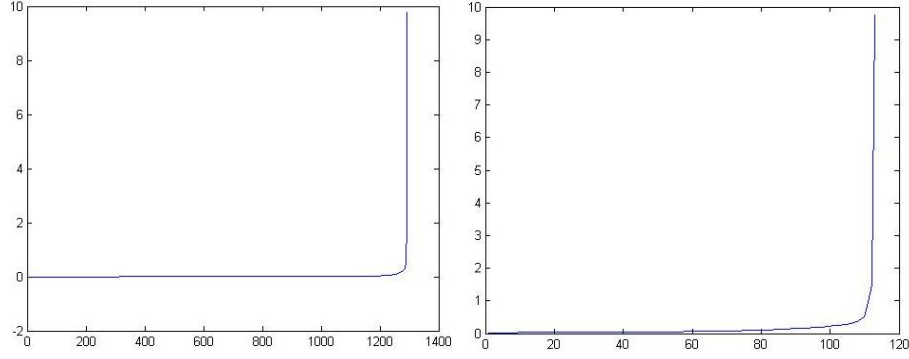
Tablo 4-2 Nano toz uygulanmış kağıttan alınan parmak izi fotoğrafındaki öz değerler, yüzdelik oranları ve kümülatif katkıları

	Öz Değer	$\lambda_n/\lambda_{\text{Toplam}}$	% Oran	Kümülatif Oran
λ_1	3,2257	0,0793	7,93	7,93
λ_2	1,2416	0,0305	3,05	10,98
λ_3	0,9322	0,0229	2,29	13,27
λ_4	0,9005	0,0221	2,21	15,48
λ_5	0,8546	0,0210	2,10	17,58
λ_6	0,8046	0,0198	1,98	19,56
λ_7	0,7575	0,0186	1,86	21,42
λ_8	0,6807	0,0167	1,67	23,09
λ_9	0,6644	0,0163	1,63	24,72
λ_{10}	0,6405	0,0158	1,58	26,30
λ_{11}	0,6207	0,0153	1,53	27,83
λ_{12}	0,6112	0,0150	1,50	29,33
λ_{13}	0,5784	0,0142	1,42	30,75
λ_{14}	0,5684	0,0140	1,40	32,15
λ_{15}	0,5334	0,0131	1,31	33,46
λ_{16}	0,5144	0,0127	1,27	34,73
λ_{17}	0,4969	0,0122	1,22	35,95
λ_{18}	0,4897	0,0120	1,20	37,15
λ_{19}	0,4619	0,0114	1,14	38,29
λ_{20}	0,4398	0,0108	1,08	39,37
λ_{21}	0,4325	0,0106	1,06	40,43
λ_{22}	0,4281	0,0105	1,05	41,48
λ_{23}	0,4135	0,0102	1,02	42,50
λ_{24}	0,4097	0,0101	1,01	43,51
λ_{25}	0,4013	0,0099	0,99	44,50
λ_{26}	0,3974	0,0098	0,98	45,48
λ_{27}	0,3887	0,0096	0,96	46,44
λ_{28}	0,3831	0,0094	0,94	47,38
λ_{29}	0,3689	0,0091	0,91	48,29
λ_{30}	0,3661	0,0090	0,90	49,19
λ_{31}	0,3595	0,0088	0,88	50,07
λ_{32}	0,3497	0,0086	0,86	50,93
λ_{33}	0,3438	0,0085	0,85	51,78
λ_{34}	0,3329	0,0082	0,82	52,60
λ_{35}	0,3270	0,0080	0,80	53,40
λ_{36}	0,3188	0,0078	0,78	54,18

Tüm öz değerlerin toplamı olan λ_{Toplam} değeri 40,6569 dur. Öz değerlerin en büyüğü olan 1. Öz değerimiz 3,2257 dir. İlk öz değerimiz toplama oranı %7,93 dür. Öz değerlerin yüzdelik oranları kümülatif olarak toplandığında (Tablo 4.2) seçtiğimiz öz değerlerin toplamının fotoğrafın değerlerinin %54,18 ini taşıdığı görülmektedir. 216 tane öz değere sahip fotoğraftaki 180 tane öz değer tüm öz değerlerin %45,82 olduğu görülmektedir. Fotoğraftaki 180 öz değer elimine edilmiştir.

4.1.3 Cam-Siyah Parmak İzi Tozu PCA Uygulaması

Şekil 4.2’de siyah parmak izi tozu uygulanan fotoğrafa kelebek örneğinde uygulanan adımlar sırasıyla uygulanmıştır. Şekil 4.8’de sol tarafta tüm fotoğrafın öz değer–öz vektör grafiği verilmiş iken sağ tarafta ise sadece 1180 ile 1292 arasındaki öz değer–öz vektör grafiği çizilmiştir.



Şekil 4.8 Sol tarafta tüm resmin öz değer–öz vektör grafiği ve sağ tarafta ise sadece 1180–1292 arasındaki öz değer–öz vektörler çizilmiştir.

Şekil 4.8’de verilen grafiklerde en iyi veriyi oluşturmak üzere öz değeri yüksek olan 112 öz vektör seçilmiştir. Görüntü kalitesini gösterebilmek için sırasıyla 1, 30 ve 112 tane öz vektör kullanılarak parmak izi yeniden oluşturulmuş ve şekil 4.9’da gösterilmiştir.



Şekil 4.9 Soldan sağa 1,30 ve 112 tane öz vektör ile oluşturulmuş yeni resimler.

Tablo 4.3’de 1-112 arasındaki öz değerler, bu özdeğerlerin toplam öz değere oranı ve sırasıyla yüzdelik oranların kümülatif toplamı verilmiştir.

	Öz Değer	$\lambda_n/\lambda_{Toplam}$	% Oran	Kümülatif Oran		Öz Değer	$\lambda_n/\lambda_{Toplam}$	% Oran	Kümülatif Oran
λ_1	9,7632	0,3876	38,76	38,76	λ_{49}	0,0709	0,0028	0,28	79,53
λ_2	1,5139	0,0601	6,01	44,77	λ_{50}	0,0682	0,0027	0,27	79,80
λ_3	0,9440	0,0375	3,75	48,52	λ_{51}	0,0676	0,0027	0,27	80,07
λ_4	0,5099	0,0202	2,02	50,54	λ_{52}	0,0664	0,0026	0,26	80,33
λ_5	0,4676	0,0186	1,86	52,40	λ_{53}	0,0639	0,0025	0,25	80,58
λ_6	0,3661	0,0145	1,45	53,85	λ_{54}	0,0627	0,0025	0,25	80,83
λ_7	0,3303	0,0131	1,31	55,16	λ_{55}	0,0606	0,0024	0,24	81,07
λ_8	0,2978	0,0118	1,18	56,34	λ_{56}	0,0605	0,0024	0,24	81,31
λ_9	0,2801	0,0111	1,11	57,45	λ_{57}	0,0573	0,0023	0,23	81,54
λ_{10}	0,2759	0,0110	1,10	58,55	λ_{58}	0,0563	0,0022	0,22	81,76
λ_{11}	0,2578	0,0102	1,02	59,57	λ_{59}	0,0552	0,0022	0,22	81,98
λ_{12}	0,2533	0,0101	1,01	60,58	λ_{60}	0,0551	0,0022	0,22	82,20
λ_{13}	0,2379	0,0094	0,94	61,52	λ_{61}	0,0542	0,0022	0,22	82,42
λ_{14}	0,2215	0,0088	0,88	62,40	λ_{62}	0,0530	0,0021	0,21	82,63
λ_{15}	0,2071	0,0082	0,82	63,22	λ_{63}	0,0525	0,0021	0,21	82,84
λ_{16}	0,2011	0,0080	0,80	64,02	λ_{64}	0,0515	0,0020	0,20	83,04
λ_{17}	0,1963	0,0078	0,78	64,80	λ_{65}	0,0508	0,0020	0,20	83,24
λ_{18}	0,1814	0,0072	0,72	65,52	λ_{66}	0,0496	0,0020	0,20	83,44
λ_{19}	0,1782	0,0071	0,71	66,23	λ_{67}	0,0491	0,0019	0,19	83,63
λ_{20}	0,1743	0,0069	0,69	66,92	λ_{68}	0,0477	0,0019	0,19	83,82
λ_{21}	0,1717	0,0068	0,68	67,60	λ_{69}	0,0476	0,0019	0,19	84,01
λ_{22}	0,1654	0,0066	0,66	68,26	λ_{70}	0,0469	0,0019	0,19	84,20
λ_{23}	0,1575	0,0063	0,63	68,89	λ_{71}	0,0462	0,0018	0,18	84,38
λ_{24}	0,1552	0,0062	0,62	69,51	λ_{72}	0,0457	0,0018	0,18	84,56
λ_{25}	0,1506	0,0060	0,60	70,11	λ_{73}	0,0449	0,0018	0,18	84,74
λ_{26}	0,1432	0,0057	0,57	70,68	λ_{74}	0,0445	0,0018	0,18	84,92
λ_{27}	0,1417	0,0056	0,56	71,24	λ_{75}	0,0438	0,0017	0,17	85,09
λ_{28}	0,1359	0,0054	0,54	71,78	λ_{76}	0,0434	0,0017	0,17	85,26
λ_{29}	0,1247	0,0049	0,49	72,27	λ_{77}	0,0424	0,0017	0,17	85,43
λ_{30}	0,1222	0,0049	0,49	72,76	λ_{78}	0,0413	0,0016	0,16	85,59
λ_{31}	0,1143	0,0045	0,45	73,21	λ_{79}	0,0410	0,0016	0,16	85,75
λ_{32}	0,1139	0,0045	0,45	73,66	λ_{80}	0,0401	0,0016	0,16	85,91
λ_{33}	0,1083	0,0043	0,43	74,09	λ_{81}	0,0396	0,0016	0,16	86,07
λ_{34}	0,1040	0,0041	0,41	74,50	λ_{82}	0,0392	0,0016	0,16	86,23
λ_{35}	0,1036	0,0041	0,41	74,91	λ_{83}	0,0385	0,0015	0,15	86,38
λ_{36}	0,1017	0,0040	0,40	75,31	λ_{84}	0,0381	0,0015	0,15	86,53
λ_{37}	0,0985	0,0039	0,39	75,70	λ_{85}	0,0371	0,0015	0,15	86,68
λ_{38}	0,0936	0,0037	0,37	76,07	λ_{86}	0,0367	0,0015	0,15	86,83
λ_{39}	0,0902	0,0036	0,36	76,43	λ_{87}	0,0363	0,0014	0,14	86,97
λ_{40}	0,0869	0,0035	0,35	76,78	λ_{88}	0,0361	0,0014	0,14	87,11
λ_{41}	0,0844	0,0034	0,34	77,12	λ_{89}	0,0354	0,0014	0,14	87,25
λ_{42}	0,0820	0,0033	0,33	77,45	λ_{90}	0,0351	0,0014	0,14	87,39
λ_{43}	0,0804	0,0032	0,32	77,77	λ_{91}	0,0345	0,0014	0,14	87,53
λ_{44}	0,0769	0,0031	0,31	78,08	λ_{92}	0,0338	0,0013	0,13	87,66
λ_{45}	0,0762	0,0030	0,30	78,38	λ_{93}	0,0336	0,0013	0,13	87,79
λ_{46}	0,0750	0,0030	0,30	78,68	λ_{94}	0,0332	0,0013	0,13	87,92
λ_{47}	0,0730	0,0029	0,29	78,97	λ_{95}	0,0325	0,0013	0,13	88,05
λ_{48}	0,0711	0,0028	0,28	79,25	λ_{96}	0,0322	0,0013	0,13	88,18

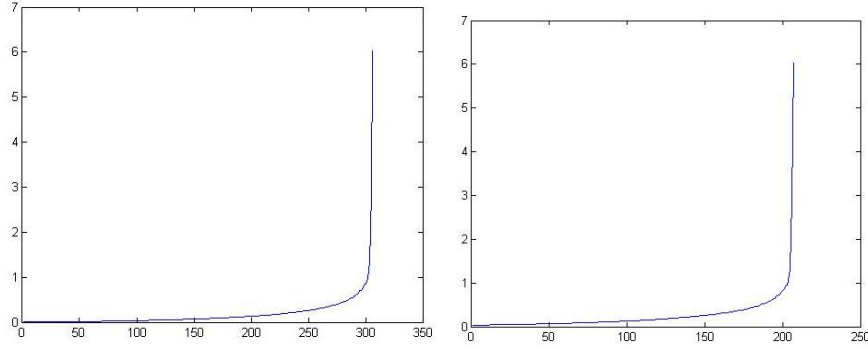
	Öz Değer	$\lambda_n/\lambda_{\text{Toplam}}$	% Oran	Kümülatif Oran
λ_{97}	0,0317	0,0013	0,13	88,31
λ_{98}	0,0314	0,0012	0,12	88,43
λ_{99}	0,0312	0,0012	0,12	88,55
λ_{100}	0,0310	0,0012	0,12	88,67
λ_{101}	0,0302	0,0012	0,12	88,79
λ_{102}	0,0300	0,0012	0,12	88,91
λ_{103}	0,0299	0,0012	0,12	89,03
λ_{104}	0,0297	0,0012	0,12	89,15
λ_{105}	0,0291	0,0012	0,12	89,27
λ_{106}	0,0287	0,0011	0,11	89,38
λ_{107}	0,0281	0,0011	0,11	89,49
λ_{108}	0,0279	0,0011	0,11	89,60
λ_{109}	0,0278	0,0011	0,11	89,71
λ_{110}	0,0273	0,0011	0,11	89,82
λ_{111}	0,0271	0,0011	0,11	89,93
λ_{112}	0,0265	0,0011	0,11	90,04

Tablo 4-3Siyah parmak izi tozu uygulanmış cam üzerinden alınan parmak izi fotoğrafındaki öz değerler, yüzdeler oranları ve kümülatif katkıları

Tüm öz değerlerin toplamı olan λ_{Toplam} değeri 25,1888 dir. Öz değerlerin en büyüğü olan 1. Öz değerimiz 9,7632 dir. İlk öz değerimiz toplama oranı %38,76 dır. Öz değerlerin yüzdeler oranları kümülatif olarak toplandığında (Tablo 4.3) seçtiğimiz öz değerlerin toplamının fotoğrafın değerlerinin %90,04 ünü taşıdığı görülmektedir. 1292 tane öz değere sahip fotoğraftaki 1180 tane öz değer tüm öz değerlerin %9,96 sı olduğu görülmektedir. Fotoğraftaki 1180 öz değer elimine edilmiştir.

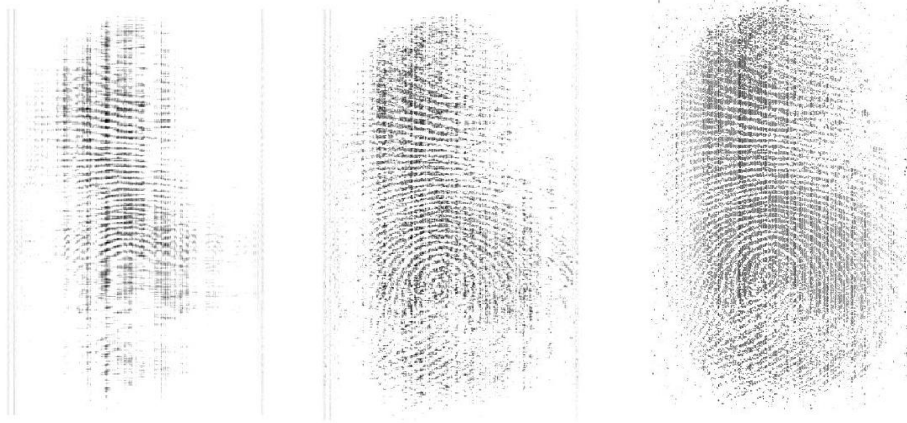
4.1.4 Cam-Nano TozPCA Uygulaması

Şekil 4.2’de nano toz uygulanan fotoğrafa kelebek örneğinde uygulanan adımlar sırasıyla uygulanmıştır. Şekil 4.10’da sol tarafta tüm fotoğrafın öz değer–öz vektör grafiği verilmiş iken sağ tarafta ise sadece 100 ile 306 arasındaki öz değer–öz vektör grafiği çizilmiştir.



Şekil 4.10 Sol tarafta tüm resmin öz değer–öz vektör grafiği ve sağ tarafta ise sadece 100–306 arasındaki öz değer–öz vektörler çizilmiştir.

Şekil 4.10’da verilen grafiklerde en iyi veriyi oluşturmak üzere öz değeri yüksek olan 200 öz vektör seçilmiştir. Görüntü kalitesini gösterebilmek için sırasıyla 20, 50 ve 200 tane öz vektör kullanılarak parmak izi yeniden oluşturulmuş ve şekil 4.11’de gösterilmiştir.



Şekil 4.11 Soldan sağa 20, 50 ve 200 tane öz vektör ile oluşturulmuş yeni resimler.

Tablo 4.4’de 1-200 arasındaki öz değerler, bu özdeğerlerin toplam öz değere oranı ve sırasıyla yüzdelik oranların kümülatif toplamı verilmiştir.

	Öz Değer	$\lambda_n/\lambda_{\text{Toplam}}$	% Oran	Kümülatif Oran	λ_{50}	0,2888	0,0053	0,53	62,98
					λ_{51}	0,2848	0,0053	0,53	63,51
λ_1	6,0360	0,1116	11,16	11,16	λ_{52}	0,2830	0,0052	0,52	64,03
λ_2	2,8542	0,0528	5,28	16,44	λ_{53}	0,2778	0,0051	0,51	64,54
λ_3	1,3173	0,0244	2,44	18,88	λ_{54}	0,2765	0,0051	0,51	65,05
λ_4	1,1915	0,0220	2,20	21,08	λ_{55}	0,2702	0,0050	0,50	65,55
λ_5	0,9503	0,0176	1,76	22,84	λ_{56}	0,2657	0,0049	0,49	66,04
λ_6	0,9308	0,0172	1,72	24,56	λ_{57}	0,2578	0,0048	0,48	66,52
λ_7	0,8449	0,0156	1,56	26,12	λ_{58}	0,2561	0,0047	0,47	66,99
λ_8	0,8250	0,0153	1,53	27,65	λ_{59}	0,2512	0,0046	0,46	67,45
λ_9	0,7837	0,0145	1,45	29,10	λ_{60}	0,2491	0,0046	0,46	67,91
λ_{10}	0,7316	0,0135	1,35	30,45	λ_{61}	0,2460	0,0045	0,45	68,36
λ_{11}	0,7148	0,0132	1,32	31,77	λ_{62}	0,2405	0,0044	0,44	68,80
λ_{12}	0,6970	0,0129	1,29	33,06	λ_{63}	0,2370	0,0044	0,44	69,24
λ_{13}	0,6474	0,0120	1,20	34,26	λ_{64}	0,2328	0,0043	0,43	69,67
λ_{14}	0,6231	0,0115	1,15	35,41	λ_{65}	0,2308	0,0043	0,43	70,10
λ_{15}	0,6173	0,0114	1,14	36,55	λ_{66}	0,2278	0,0042	0,42	70,52
λ_{16}	0,5863	0,0108	1,08	37,63	λ_{67}	0,2273	0,0042	0,42	70,94
λ_{17}	0,5771	0,0107	1,07	38,70	λ_{68}	0,2231	0,0041	0,41	71,35
λ_{18}	0,5480	0,0101	1,01	39,71	λ_{69}	0,2209	0,0041	0,41	71,76
λ_{19}	0,5427	0,0100	1,00	40,71	λ_{70}	0,2168	0,0040	0,40	72,16
λ_{20}	0,5308	0,0098	0,98	41,69	λ_{71}	0,2124	0,0039	0,39	72,55
λ_{21}	0,5223	0,0097	0,97	42,66	λ_{72}	0,2089	0,0039	0,39	72,94
λ_{22}	0,5115	0,0095	0,95	43,61	λ_{73}	0,2070	0,0038	0,38	73,32
λ_{23}	0,4774	0,0088	0,88	44,49	λ_{74}	0,2051	0,0038	0,38	73,70
λ_{24}	0,4689	0,0087	0,87	45,36	λ_{75}	0,2000	0,0037	0,37	74,07
λ_{25}	0,4641	0,0086	0,86	46,22	λ_{76}	0,1975	0,0037	0,37	74,44
λ_{26}	0,4585	0,0085	0,85	47,07	λ_{77}	0,1925	0,0036	0,36	74,80
λ_{27}	0,4446	0,0082	0,82	47,89	λ_{78}	0,1902	0,0035	0,35	75,15
λ_{28}	0,4349	0,0080	0,80	48,69	λ_{79}	0,1874	0,0035	0,35	75,50
λ_{29}	0,4288	0,0079	0,79	49,48	λ_{80}	0,1856	0,0034	0,34	75,84
λ_{30}	0,4154	0,0077	0,77	50,25	λ_{81}	0,1850	0,0034	0,34	76,18
λ_{31}	0,4018	0,0074	0,74	50,99	λ_{82}	0,1830	0,0034	0,34	76,52
λ_{32}	0,3964	0,0073	0,73	51,72	λ_{83}	0,1799	0,0033	0,33	76,85
λ_{33}	0,3866	0,0071	0,71	52,43	λ_{84}	0,1772	0,0033	0,33	77,18
λ_{34}	0,3830	0,0071	0,71	53,14	λ_{85}	0,1740	0,0032	0,32	77,50
λ_{35}	0,3780	0,0070	0,70	53,84	λ_{86}	0,1716	0,0032	0,32	77,82
λ_{36}	0,3715	0,0069	0,69	54,53	λ_{87}	0,1696	0,0031	0,31	78,13
λ_{37}	0,3610	0,0067	0,67	55,20	λ_{88}	0,1664	0,0031	0,31	78,44
λ_{38}	0,3575	0,0066	0,66	55,86	λ_{89}	0,1653	0,0031	0,31	78,75
λ_{39}	0,3542	0,0065	0,65	56,51	λ_{90}	0,1628	0,0030	0,30	79,05
λ_{40}	0,3454	0,0064	0,64	57,15	λ_{91}	0,1590	0,0029	0,29	79,34
λ_{41}	0,3392	0,0063	0,63	57,78	λ_{92}	0,1583	0,0029	0,29	79,63
λ_{42}	0,3348	0,0062	0,62	58,40	λ_{93}	0,1565	0,0029	0,29	79,92
λ_{43}	0,3274	0,0061	0,61	59,01	λ_{94}	0,1560	0,0029	0,29	80,21
λ_{44}	0,3191	0,0059	0,59	59,60	λ_{95}	0,1521	0,0028	0,28	80,49
λ_{45}	0,3146	0,0058	0,58	60,18	λ_{96}	0,1494	0,0028	0,28	80,77
λ_{46}	0,3131	0,0058	0,58	60,76	λ_{97}	0,1483	0,0027	0,27	81,04
λ_{47}	0,3075	0,0057	0,57	61,33	λ_{98}	0,1470	0,0027	0,27	81,31
λ_{48}	0,3062	0,0057	0,57	61,90	λ_{99}	0,1443	0,0027	0,27	81,58
λ_{49}	0,2995	0,0055	0,55	62,45	λ_{100}	0,1419	0,0026	0,26	81,84

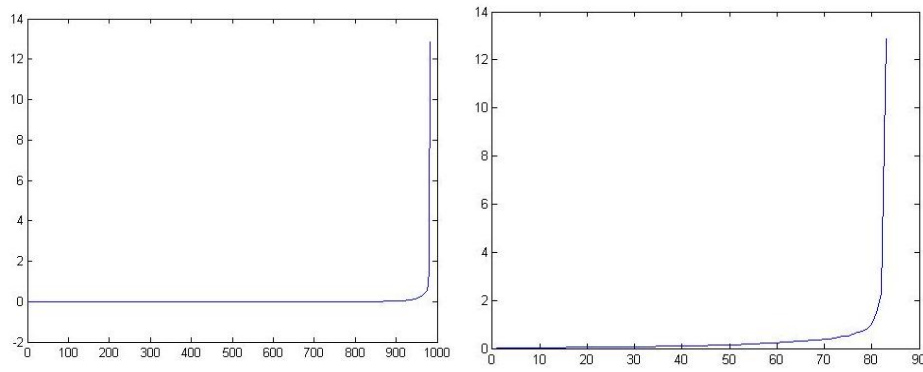
λ_{101}	0,1410	0,0026	0,26	82,10	λ_{152}	0,0733	0,0014	0,14	91,87
λ_{102}	0,1401	0,0026	0,26	82,36	λ_{153}	0,0717	0,0013	0,13	92,00
λ_{103}	0,1383	0,0026	0,26	82,62	λ_{154}	0,0712	0,0013	0,13	92,13
λ_{104}	0,1351	0,0025	0,25	82,87	λ_{155}	0,0709	0,0013	0,13	92,26
λ_{105}	0,1337	0,0025	0,25	83,12	λ_{156}	0,0698	0,0013	0,13	92,39
λ_{106}	0,1329	0,0025	0,25	83,37	λ_{157}	0,0691	0,0013	0,13	92,52
λ_{107}	0,1317	0,0024	0,24	83,61	λ_{158}	0,0681	0,0013	0,13	92,65
λ_{108}	0,1312	0,0024	0,24	83,85	λ_{159}	0,0675	0,0012	0,12	92,77
λ_{109}	0,1290	0,0024	0,24	84,09	λ_{160}	0,0668	0,0012	0,12	92,89
λ_{110}	0,1269	0,0023	0,23	84,32	λ_{161}	0,0665	0,0012	0,12	93,01
λ_{111}	0,1251	0,0023	0,23	84,55	λ_{162}	0,0663	0,0012	0,12	93,13
λ_{112}	0,1238	0,0023	0,23	84,78	λ_{163}	0,0649	0,0012	0,12	93,25
λ_{113}	0,1227	0,0023	0,23	85,01	λ_{164}	0,0636	0,0012	0,12	93,37
λ_{114}	0,1216	0,0022	0,22	85,23	λ_{165}	0,0622	0,0012	0,12	93,49
λ_{115}	0,1203	0,0022	0,22	85,45	λ_{166}	0,0616	0,0011	0,11	93,60
λ_{116}	0,1176	0,0022	0,22	85,67	λ_{167}	0,0614	0,0011	0,11	93,71
λ_{117}	0,1155	0,0021	0,21	85,88	λ_{168}	0,0602	0,0011	0,11	93,82
λ_{118}	0,1147	0,0021	0,21	86,09	λ_{169}	0,0585	0,0011	0,11	93,93
λ_{119}	0,1125	0,0021	0,21	86,30	λ_{170}	0,0582	0,0011	0,11	94,04
λ_{120}	0,1117	0,0021	0,21	86,51	λ_{171}	0,0575	0,0011	0,11	94,15
λ_{121}	0,1088	0,0020	0,20	86,71	λ_{172}	0,0568	0,0011	0,11	94,26
λ_{122}	0,1085	0,0020	0,20	86,91	λ_{173}	0,0564	0,0010	0,10	94,36
λ_{123}	0,1066	0,0020	0,20	87,11	λ_{174}	0,0559	0,0010	0,10	94,46
λ_{124}	0,1057	0,0020	0,20	87,31	λ_{175}	0,0553	0,0010	0,10	94,56
λ_{125}	0,1042	0,0019	0,19	87,50	λ_{176}	0,0539	0,0010	0,10	94,66
λ_{126}	0,1028	0,0019	0,19	87,69	λ_{177}	0,0535	0,0010	0,10	94,76
λ_{127}	0,1020	0,0019	0,19	87,88	λ_{178}	0,0529	0,0010	0,10	94,86
λ_{128}	0,1009	0,0019	0,19	88,07	λ_{179}	0,0519	0,0010	0,10	94,96
λ_{129}	0,0998	0,0018	0,18	88,25	λ_{180}	0,0509	0,0009	0,09	95,05
λ_{130}	0,0983	0,0018	0,18	88,43	λ_{181}	0,0504	0,0009	0,09	95,14
λ_{131}	0,0949	0,0018	0,18	88,61	λ_{182}	0,0498	0,0009	0,09	95,23
λ_{132}	0,0945	0,0017	0,17	88,78	λ_{183}	0,0497	0,0009	0,09	95,32
λ_{133}	0,0935	0,0017	0,17	88,95	λ_{184}	0,0488	0,0009	0,09	95,41
λ_{134}	0,0922	0,0017	0,17	89,12	λ_{185}	0,0483	0,0009	0,09	95,50
λ_{135}	0,0905	0,0017	0,17	89,29	λ_{186}	0,0480	0,0009	0,09	95,59
λ_{136}	0,0899	0,0017	0,17	89,46	λ_{187}	0,0467	0,0009	0,09	95,68
λ_{137}	0,0898	0,0017	0,17	89,63	λ_{188}	0,0458	0,0008	0,08	95,76
λ_{138}	0,0878	0,0016	0,16	89,79	λ_{189}	0,0446	0,0008	0,08	95,84
λ_{139}	0,0859	0,0016	0,16	89,95	λ_{190}	0,0445	0,0008	0,08	95,92
λ_{140}	0,0858	0,0016	0,16	90,11	λ_{191}	0,0441	0,0008	0,08	96,00
λ_{141}	0,0849	0,0016	0,16	90,27	λ_{192}	0,0436	0,0008	0,08	96,08
λ_{142}	0,0835	0,0015	0,15	90,42	λ_{193}	0,0427	0,0008	0,08	96,16
λ_{143}	0,0833	0,0015	0,15	90,57	λ_{194}	0,0421	0,0008	0,08	96,24
λ_{144}	0,0810	0,0015	0,15	90,72	λ_{195}	0,0417	0,0008	0,08	96,32
λ_{145}	0,0806	0,0015	0,15	90,87	λ_{196}	0,0414	0,0008	0,08	96,40
λ_{146}	0,0796	0,0015	0,15	91,02	λ_{197}	0,0405	0,0007	0,07	96,47
λ_{147}	0,0785	0,0015	0,15	91,17	λ_{198}	0,0401	0,0007	0,07	96,54
λ_{148}	0,0782	0,0014	0,14	91,31	λ_{199}	0,0393	0,0007	0,07	96,61
λ_{149}	0,0764	0,0014	0,14	91,45	λ_{200}	0,0389	0,0007	0,07	96,68
λ_{150}	0,0750	0,0014	0,14	91,59					
λ_{151}	0,0742	0,0014	0,14	91,73					

Tablo 4-4Nano toz uygulanmış cam üzerinden alınan parmak izi fotoğrafındaki öz değerler, yüzdelik oranları ve kümülatif katkıları

Tüm öz değerlerin toplamı olan λ_{Toplam} değeri 54,0807 dir. Öz değerlerin en büyüğü olan 1. Öz değerimiz 6,0360 dır. İlk öz değerimiz toplama oranı %11,16 dır. Öz değerlerin kümülatif toplamının (Tablo 4.4) fotoğrafın değerlerinin %96,68 ini taşıdığı görülmektedir. 306 tane öz değere sahip fotoğrafta 106 tane öz değer tüm öz değerlerin %3,32 si olduğu görülmektedir. Fotoğrafta 106 öz değer elimine edilmiştir.

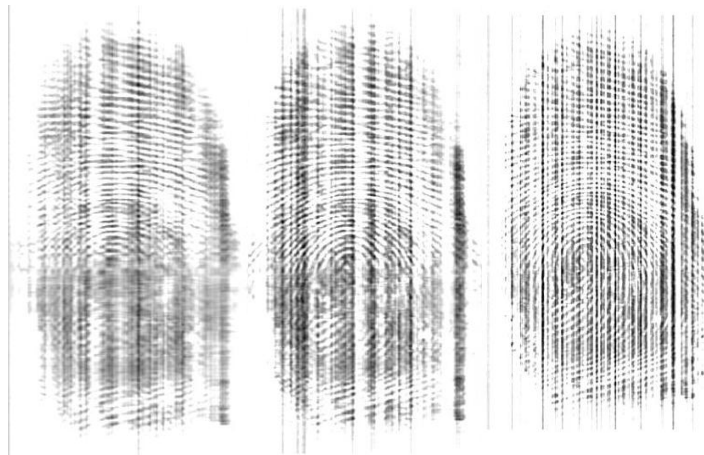
4.1.5 Seramik-Siyah Parmak İzi Tozu PCA Uygulaması

Şekil 4.3’de parmak izi tozu uygulanan seramik yüzey üzerinden alınan fotoğrafa kelebek örneğinde uygulanan adımlar sırasıyla uygulanmıştır. Şekil 4.12’de sol tarafta tüm fotoğrafın öz değer–öz vektör grafiği verilmiş iken sağ tarafta ise sadece 900 ile 982 arasındaki öz değer–öz vektör grafiği çizilmiştir.



Şekil 4.12 Sol tarafta tüm resmin öz değer–öz vektör grafiği ve sağ tarafta ise sadece 900–982 arasındaki öz değer–öz vektörler çizilmiştir.

Şekil 4.12’de verilen grafiklerde en iyi veriyi oluşturmak üzere öz değeri yüksek olan 62 öz vektör seçilmiştir. Görüntü kalitesini gösterebilmek için sırasıyla 15, 30 ve 62 tane öz vektör kullanılarak parmak izi yeniden oluşturulmuş ve şekil 4.13’de gösterilmiştir.



Şekil 4.13 Soldan sağa 15,30 ve 62 tane öz vektör ile oluşturulmuş yeni resimler.

Tablo 4.5’de 1-62 arasındaki öz değerler, bu özdeğerlerin toplam öz değere oranı ve sırasıyla yüzdeleri kümülatif toplamı verilmiştir.

	Öz Değer	$\lambda_n/\lambda_{\text{Toplam}}$	% Oran	Kümülatif Oran
λ_1	12,8661	0,3963	39,63	39,63
λ_2	2,3150	0,0713	7,13	46,76
λ_3	1,4885	0,0459	4,59	51,35
λ_4	1,0161	0,0313	3,13	54,48
λ_5	0,7805	0,0240	2,40	56,88
λ_6	0,7343	0,0226	2,26	59,14
λ_7	0,6908	0,0213	2,13	61,27
λ_8	0,6113	0,0188	1,88	63,15
λ_9	0,5145	0,0158	1,58	64,73
λ_{10}	0,4925	0,0152	1,52	66,25
λ_{11}	0,4675	0,0144	1,44	67,69
λ_{12}	0,4162	0,0128	1,28	68,97
λ_{13}	0,4081	0,0126	1,26	70,23
λ_{14}	0,4030	0,0124	1,24	71,47
λ_{15}	0,3661	0,0113	1,13	72,60
λ_{16}	0,3525	0,0109	1,09	73,69
λ_{17}	0,3345	0,0103	1,03	74,72
λ_{18}	0,3227	0,0099	0,99	75,71
λ_{19}	0,3024	0,0093	0,93	76,64
λ_{20}	0,2869	0,0088	0,88	77,52
λ_{21}	0,2751	0,0085	0,85	78,37
λ_{22}	0,2660	0,0082	0,82	79,19
λ_{23}	0,2461	0,0076	0,76	79,95
λ_{24}	0,2389	0,0074	0,74	80,69
λ_{25}	0,2331	0,0072	0,72	81,41
λ_{26}	0,2183	0,0067	0,67	82,08
λ_{27}	0,2092	0,0064	0,64	82,72
λ_{28}	0,2040	0,0063	0,63	83,35
λ_{29}	0,1838	0,0057	0,57	83,92
λ_{30}	0,1743	0,0054	0,54	84,46
λ_{31}	0,1671	0,0051	0,51	84,97
λ_{32}	0,1607	0,0049	0,49	85,46
λ_{33}	0,1536	0,0047	0,47	85,93
λ_{34}	0,1516	0,0047	0,47	86,40

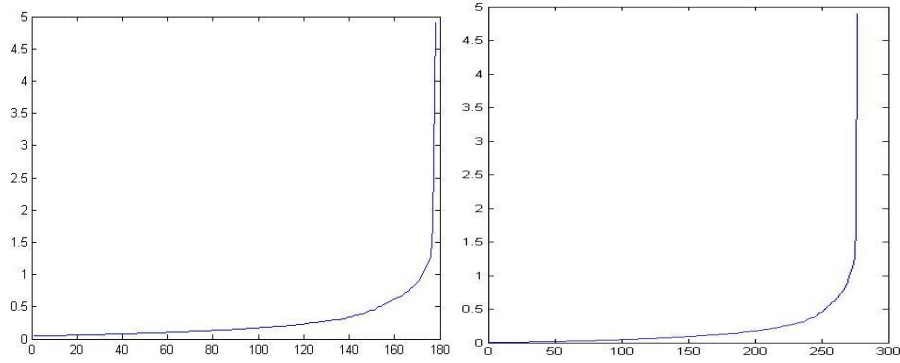
λ_{35}	0,1473	0,0045	0,45	86,85
λ_{36}	0,1347	0,0041	0,41	87,26
λ_{37}	0,1338	0,0041	0,41	87,67
λ_{38}	0,1229	0,0038	0,38	88,05
λ_{39}	0,1193	0,0037	0,37	88,42
λ_{40}	0,1156	0,0036	0,36	88,78
λ_{41}	0,1127	0,0035	0,35	89,13
λ_{42}	0,1101	0,0034	0,34	89,47
λ_{43}	0,1045	0,0032	0,32	89,79
λ_{44}	0,1012	0,0031	0,31	90,10
λ_{45}	0,0955	0,0029	0,29	90,39
λ_{46}	0,0941	0,0029	0,29	90,68
λ_{47}	0,0921	0,0028	0,28	90,96
λ_{48}	0,0875	0,0027	0,27	91,23
λ_{49}	0,0840	0,0026	0,26	91,49
λ_{50}	0,0794	0,0024	0,24	91,73
λ_{51}	0,0770	0,0024	0,24	91,97
λ_{52}	0,0742	0,0023	0,23	92,20
λ_{53}	0,0701	0,0022	0,22	92,42
λ_{54}	0,0686	0,0021	0,21	92,63
λ_{55}	0,0674	0,0021	0,21	92,84
λ_{56}	0,0660	0,0020	0,20	93,04
λ_{57}	0,0631	0,0019	0,19	93,23
λ_{58}	0,0596	0,0018	0,18	93,41
λ_{59}	0,0575	0,0018	0,18	93,59
λ_{60}	0,0565	0,0017	0,17	93,76
λ_{61}	0,0524	0,0016	0,16	93,92
λ_{62}	0,0515	0,0016	0,16	94,08

Tablo 4-5Siyah parmak izi tozu uygulanmış seramik yüzey üzerinden alınan parmak izi fotoğrafındaki öz değerler, yüzdeler oranları ve kümülatif katkıları

Tüm öz değerlerin toplamı olan λ_{Toplam} değeri 32,4641 dur. Öz değerlerin en büyüğü olan 1. Öz değerimiz 12,8661 dir. İlk öz değerimiz toplama oranı %39,63 dır. Öz değerlerin yüzdelik oranlarını kümülatif olarak topladığında (Tablo 4.5) seçtiğimiz öz değerlerin toplamının fotoğrafın değerlerinin %94,08 ini taşıdığı görülmektedir. 982 tane öz değere sahip fotoğrafta 920 tane öz değer tüm öz değerlerin %3,92 si olduğu görülmektedir. Fotoğraftaki 920 tane öz değer elimine edilmiştir.

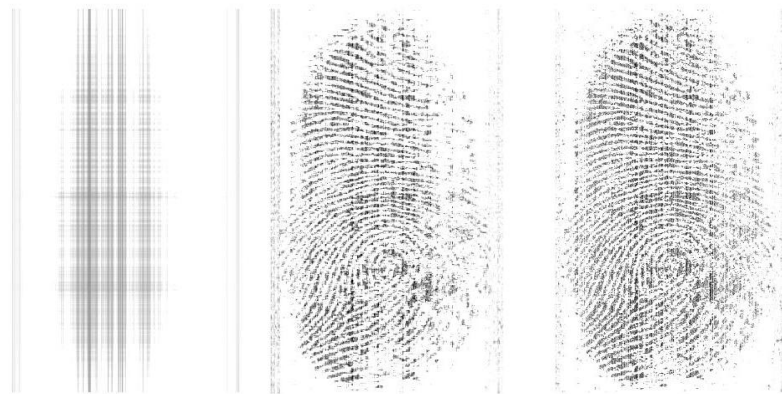
4.1.6 Seramik-Nano TozPCA Uygulaması

Şekil 4.3'den nano toz uygulanan seramik yüzey üzerinden alınan fotoğrafa kelebek örneğinde uygulanan adımlar sırasıyla uygulanmıştır. Şekil 4.14'de sol tarafta tüm fotoğrafın öz değer-öz vektör grafiği verilmiş iken sağ tarafta ise sadece 100 ile 277 arasındaki öz değer-öz vektör grafiği çizilmiştir.



Şekil 4.14 Sol tarafta tüm resmin öz değer-öz vektör grafiği ve sağ tarafta ise sadece 100-277 arasındaki öz değer-öz vektörler çizilmiştir.

Şekil 4.14'de verilen grafiklerde en iyi veriyi oluşturmak üzere öz değeri yüksek olan 100 öz vektör seçilmiştir. Görüntü kalitesini gösterebilmek için sırasıyla 1, 20 ve 100 tane öz vektör kullanılarak parmak izi yeniden oluşturulmuş ve şekil 4.15'de gösterilmiştir.



Şekil 4.15 Soldan sağa 1,20 ve 100 tane öz vektör ile oluşturulmuş yeni resimler.

Tablo 4.6'da 1-100 arasındaki öz değerler, bu özdeğerlerin toplam öz değere oranı ve sırasıyla yüzdelik oranların kümülatif toplamı verilmiştir.

	Öz Değer	$\lambda_n/\lambda_{\text{Toplam}}$	% Oran	Kümülatif Oran
λ_1	4,8986	0,0951	9,51	9,51
λ_2	1,7561	0,0341	3,41	12,92
λ_3	1,2740	0,0247	2,47	15,39
λ_4	1,1968	0,0232	2,32	17,71
λ_5	1,1299	0,0219	2,19	19,90
λ_6	1,0770	0,0209	2,09	21,99
λ_7	0,9928	0,0193	1,93	23,92
λ_8	0,9193	0,0178	1,78	25,70
λ_9	0,8641	0,0168	1,68	27,38
λ_{10}	0,8463	0,0164	1,64	29,02
λ_{11}	0,8047	0,0156	1,56	30,58
λ_{12}	0,7856	0,0153	1,53	32,11
λ_{13}	0,7429	0,0144	1,44	33,55
λ_{14}	0,7256	0,0141	1,41	34,96
λ_{15}	0,6938	0,0135	1,35	36,31
λ_{16}	0,6643	0,0129	1,29	37,60
λ_{17}	0,6545	0,0127	1,27	38,87
λ_{18}	0,6307	0,0122	1,22	40,09
λ_{19}	0,6141	0,0119	1,19	41,28
λ_{20}	0,6105	0,0119	1,19	42,47
λ_{21}	0,5771	0,0112	1,12	43,59
λ_{22}	0,5578	0,0108	1,08	44,67
λ_{23}	0,5494	0,0107	1,07	45,74
λ_{24}	0,5288	0,0103	1,03	46,77
λ_{25}	0,5047	0,0098	0,98	47,75
λ_{26}	0,5023	0,0098	0,98	48,73
λ_{27}	0,4777	0,0093	0,93	49,66
λ_{28}	0,4506	0,0087	0,87	50,53
λ_{29}	0,4463	0,0087	0,87	51,40
λ_{30}	0,4400	0,0085	0,85	52,25
λ_{31}	0,4220	0,0082	0,82	53,07
λ_{32}	0,4008	0,0078	0,78	53,85
λ_{33}	0,3919	0,0076	0,76	54,61
λ_{34}	0,3813	0,0074	0,74	55,35

λ_{35}	0,3798	0,0074	0,74	56,09
λ_{36}	0,3706	0,0072	0,72	56,81
λ_{37}	0,3612	0,0070	0,70	57,51
λ_{38}	0,3506	0,0068	0,68	58,19
λ_{39}	0,3404	0,0066	0,66	58,85
λ_{40}	0,3334	0,0065	0,65	59,50
λ_{41}	0,3213	0,0062	0,62	60,12
λ_{42}	0,3095	0,0060	0,60	60,72
λ_{43}	0,3056	0,0059	0,59	61,31
λ_{44}	0,3013	0,0058	0,58	61,89
λ_{45}	0,2970	0,0058	0,58	62,47
λ_{46}	0,2938	0,0057	0,57	63,04
λ_{47}	0,2889	0,0056	0,56	63,60
λ_{48}	0,2828	0,0055	0,55	64,15
λ_{49}	0,2797	0,0054	0,54	64,69
λ_{50}	0,2722	0,0053	0,53	65,22
λ_{51}	0,2667	0,0052	0,52	65,74
λ_{52}	0,2636	0,0051	0,51	66,25
λ_{53}	0,2604	0,0051	0,51	66,76
λ_{54}	0,2556	0,0050	0,50	67,26
λ_{55}	0,2526	0,0049	0,49	67,75
λ_{56}	0,2510	0,0049	0,49	68,24
λ_{57}	0,2428	0,0047	0,47	68,71
λ_{58}	0,2414	0,0047	0,47	69,18
λ_{59}	0,2328	0,0045	0,45	69,63
λ_{60}	0,2304	0,0045	0,45	70,08
λ_{61}	0,2287	0,0044	0,44	70,52
λ_{62}	0,2230	0,0043	0,43	70,95
λ_{63}	0,2188	0,0042	0,42	71,37
λ_{64}	0,2167	0,0042	0,42	71,79
λ_{65}	0,2095	0,0041	0,41	72,20
λ_{66}	0,2061	0,0040	0,40	72,60
λ_{67}	0,2040	0,0040	0,40	73,00
λ_{68}	0,2001	0,0039	0,39	73,39
λ_{69}	0,1986	0,0039	0,39	73,78
λ_{70}	0,1954	0,0038	0,38	74,16

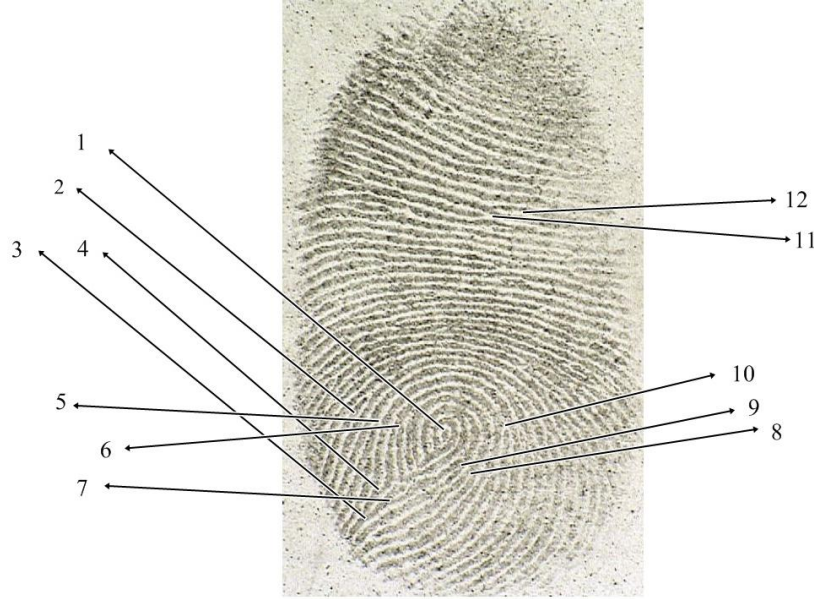
λ_{71}	0,1934	0,0038	0,38	74,54
λ_{72}	0,1902	0,0037	0,37	74,91
λ_{73}	0,1898	0,0037	0,37	75,28
λ_{74}	0,1852	0,0036	0,36	75,64
λ_{75}	0,1831	0,0036	0,36	76,00
λ_{76}	0,1797	0,0035	0,35	76,35
λ_{77}	0,1785	0,0035	0,35	76,70
λ_{78}	0,1778	0,0035	0,35	77,05
λ_{79}	0,1753	0,0034	0,34	77,39
λ_{80}	0,1737	0,0034	0,34	77,73
λ_{81}	0,1706	0,0033	0,33	78,06
λ_{82}	0,1681	0,0033	0,33	78,39
λ_{83}	0,1662	0,0032	0,32	78,71
λ_{84}	0,1652	0,0032	0,32	79,03
λ_{85}	0,1600	0,0031	0,31	79,34
λ_{86}	0,1581	0,0031	0,31	79,65
λ_{87}	0,1554	0,0030	0,30	79,95
λ_{88}	0,1528	0,0030	0,30	80,25
λ_{89}	0,1522	0,0030	0,30	80,55
λ_{90}	0,1507	0,0029	0,29	80,84
λ_{91}	0,1458	0,0028	0,28	81,12
λ_{92}	0,1437	0,0028	0,28	81,40
λ_{93}	0,1435	0,0028	0,28	81,68
λ_{94}	0,1422	0,0028	0,28	81,96
λ_{95}	0,1409	0,0027	0,27	82,23
λ_{96}	0,1389	0,0027	0,27	82,50
λ_{97}	0,1377	0,0027	0,27	82,77
λ_{98}	0,1363	0,0026	0,26	83,03
λ_{99}	0,1341	0,0026	0,26	83,29
λ_{100}	0,1316	0,0026	0,26	83,55

Tüm öz değerlerin toplamı olan λ_{Toplam} değeri 51,5093 dür. Öz değerlerin en büyüğü olan 1. Öz değerimiz 4,8986 dir. İlk öz değerimiz toplama oranı %9,51 dir. Öz değerlerin yüzdelik oranlarını kümülatif olarak toplandığında (Tablo 4.6) seçtiğimiz öz değerlerin toplamının resmin değerlerinin %83,55 ini taşıdığı görülmektedir. 277 tane öz değere sahip fotoğrafta 177 tane öz değer tüm öz değerlerin %16,45 i olduğu görülmektedir. Fotoğraftaki 177 tane öz değer elimine edilmiştir.

Tablo 4-6 Nano toz uygulanmış seramik yüzey üzerinden alınan parmak izi fotoğrafındaki öz değerler, yüzdelik oranları ve kümülatif katkıları

5 TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada kullanılan fotoğrafların tamamında aynı parmak izi kullanılmıştır. Farklı yüzeylerde fotoğraflanan parmak izi incelendiğinde merkez cepli bir iz olduğu anlaşılmıştır. Kağıt yüzey üzerinden nano toz ile alınan parmak izinin karakteristik özellikleri Şekil 5.1’de gösterilmiştir. Şekil 5.1’de gösterilen 12 karakteristik özelliğin alınan bütün fotoğraflarda bulunduğu saptanmıştır.



1-Çekirdek	4-Delta	7-Çatal	10-Ani Bitiş
2-Ani Bitiş	5-Ani Bitiş	8-Çatal	11-Ani Bitiş
3-Delta	6-Ani Bitiş	9-Çatal	12-Ada

Şekil 5.1 Nano toz uygulanarak kağıt üzerinden alınan parmak izinin karakteristik özellikleri

Mi Jung CHOİ (2008) yaptığı çalışmada; Titanyum dioksit, çinko oksit, demiroksit, yuropyum oksit (europium oxide) nanopartiküller, molibdenyum disülfid nanopartikül ve kadmiyum sülfid nanokristaller kullanarak parmak izi görüntülerini saptamıştır(M.J.Choi, Metal-containing nanoparticles and nanostructured particles in fingerprint detection 2008),Scott CHADWICK (2012) yaptığı çalışmada; alüminyum oksit nanopartiküller kullanılarak oluşturulan karışımların gözeneksiz yüzeyler üzerindeki etkisi araştırmıştır(S.Chadwick 2012), Mi Jung CHOİ (2008) yaptığı çalışmada; Lityum katkılı çinko oksit nano tozları katkısız çinko oksit nano tozlardan biraz daha fazla floresan etkisi gösterdiğini saptamıştır(M.J.Choi, An evaluation of nanostructured zinc oxide as a fluorescent powder for fingerprint detection 2008),Dongmei GAO(2009) yaptığı çalışmada; altın nanopartikül taşıyan solüsyon (kolloidal gold) ile uygulama yapmıştır(D.Gao 2009),Andy BECUE (2010) yılında düzenlenen 16. İnterpol sempozyum

sunumunda; Becue ve arkadaşları literatür oluşturma adına parmak izinde nanoparçacık kullanımı hakkında geniş bilgi vermiş. (A.Becue, Fingermarks and Other Impresions Left By The Human Body 2010), Nimer JABER (2012) yaptığı çalışmada; kağıt üzerinden altın nanopartiküller yardımı ile parmak izi görüntüsü elde etmiştir(N.Jaber 2012), Angelina Yime Lim (2012) yaptığı çalışmada; ahşap üzerinden normal parmak izi tozu ile alınan parmak izinden siyah karbon katkılı silika nanoparçacıklarla alınan parmak izinin daha iyi sonuç verdiğini ve altın nanopartiküllerinde etkili olduğunu saptamıştır(A.Y.Lim 2012), Bertnard Schnetz (2001) yaptığı çalışmada; MMD tekniği ile çeşitli yüzeylerden aldığı sonuçlara dayanarak görüntü kalitesinin altın nanoparçacıkların boyutlarına göre değiştiğini, daha küçük boyuttaki altın nanoparçacıklarla daha iyi görüntü elde edildiğini saptamıştır(B.Schnetz 2001), C.FAIRLEY (2012) yaptığı çalışmada; MMD, VMD,SPR ve siyanoakrilat yöntemini çeşitli yüzeyler üzerinde karşılaştırmıştır(C.Fairley 2012), Berendan J.THEAKER(2007) yaptığı çalışmada; Titanyum Dioksit, Manyetit, Metilen Mavi, Kristal Menekşe mikroparçacıklarla ile beyaz ışıkta ve mor ışıkta cam ve paslanmaz çelik üzerinden görüntüler almıştır. Mikro ve nanoparçacıkların ajan olarak kullanılabilceğini floresans özelliklerinden yararlanılarak daha iyi görüntüler elde edilebileceğini saptamıştır(B.J.Theaker 2008), bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak karbon nano parçacıklar ve siyah parmak izi tozu tozlama yöntemiyle üç farklı yüzeye uygulanmıştır ve olay yeri inceleme birimlerince kullanılan siyah parmak izi tozu ile karşılaştırılmıştır.

Kağıt yüzey üzerinden alınan örneklerde siyah parmak izi tozunun beklenen başarıyı sağladığı saptanırken; aynı ortam ve aynı yöntemle nano toz ile alınan parmak izinin de başarılı olduğu görülmüştür. Uygulanan siyah parmak izi tozu ve nano toz karşılaştırıldığında siyah parmak izi tozuna nispeten nano tozun daha iyi görüntü verdiği birçok deneme içerisinde seçilen ve şekil 4.1’de verilen fotoğraflarda görülmektedir.

Cam yüzey üzerinden alınan örneklerde siyah parmak izi tozunun başarılı olduğu görülürken aynı ortam ve yöntemle alınan fotoğraflarda ise nano toz görüntülerinin yeteri kadar başarılı olmadığı görülmüştür. Şekil 4.2’de bir çok deneme içerisinde seçilen fotoğraflarda siyah parmak izi tozunun nano toza göre çok daha iyi görüntü verdiği görülmektedir. Nano toz ile alınan fotoğraf yakından incelendiğinde papil hatlarının yani parmak izi çizgilerinin bir çoğunun belli olduğu görülmektedir fakat bazı bölgelerde ise izler birbirine karışmıştır. Nano toz ile alınan görüntü kimlik eşleştirmeye yetecek kadar nettir. Ancak siyah parmak izi tozu ile alınan görüntüde parmak izi çizgileri, çizgiler arasındaki boşluklar ve karakteristik özelliklerin çok daha net olduğu çıplak gözle bakılarak da anlaşılmaktadır.

Seramik yüzey üzerinden alınan siyah parmak izi tozunun ve nano tozun başarılı olduğu görülmüştür. Şekil 4.3'de verilen bir çok deneme içerisinde seçilen fotoğraflarda siyah parmak izi tozunun daha başarılı olduğu görülmektedir. Nano toz ile alınan görüntü yakından incelendiğinde parmak izi çizgileri ve boşlukları net olarak anlaşılmaktadır. Parmak izi merkezinin sağ tarafında fiber glass fırçanın fazla bastırılmasından kaynaklı çizgilerin birbirine karıştığı görülmektedir. Siyah parmak izi tozu ile alınan görüntüde bazı hatlar arasındaki vadilerin toz ile kaplandığı görülmektedir; alınan görüntüdeki netlik diğer uygulamadan başarılıdır.

Temel Bileşen Analizi ile alınan parmak izi fotoğrafları üzerinde yapılan uygulamalarda ise; yüksek boyutlu parmak izi fotoğraflarının öz vektörleri(Temel Bileşenleri) bulunarak öz değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan en büyük öz değerler seçilerek yeni veri seti yani boyutları daha küçük yeni görüntü oluşturulmuştur. Fotoğraflar boyutlarının azalmasıyla bazı özelliklerini kaybetmiştir fakat kaybedilen özelliklerin çok az bilgi içerdiği Tablo 4.1-2-3-4-5-6'danet olarak görülmektedir.

Tablo 4.1'de; yeni oluşan veri setinin %4,96 , Tablo 4.2'de yeni oluşan verinin %45,82 , Tablo 4.3'de yeni oluşan verinin %9,96, Tablo 4.4'de yeni oluşan verinin %3,32, Tablo 4.5'de yeni oluşan verinin %3,92, Tablo 4.6'da yeni oluşan verinin %16,45 lik bir kayıpla oluştuğu görülmektedir. Eski verinin büyük bir kısmını koruyarak daha küçük boyutlarda yeni bir veri oluşturulmuştur.

Sonuç olarak; Siyah parmak izi tozunun, uyguladığımız karbon nano tozdan (TIMCAL Super P Conductive Carbon Black) daha iyi bir sonuç verdiği görülmektedir. Bu nano tozla aldığımız görüntülerin kimlik tespitinde kullanılamayacak kadar kötü olduğu anlamına gelmez. Nano tozun özellikle kağıt ve seramik yüzeylerde parmak izi tespitinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

PCA analizi ile elde edilen fotoğraflar çok az veri kaybıyla yeniden oluşturulmuştur. Böylece parmak izlerinin çok daha küçük dosya boyutlarında veritabanlarına kaydedilmesine imkan sağlar. Bu da parmak izi veri tabanlarında gürültüden arındırılmış bilgilerin düşük maliyette saklanmasına ve daha hızlı eşleştirme yapmasına olanak sağlayacaktır.

Kaynakça

- A.Becue. «Detection of fingermarks by colloidal gold (MMD/SMD) – beyond the pH 3 limit.» *Forensic Science International*, 2012: 39-49.
- . «Fingermarks and Other Impresions Left By The Human Body.» *16th Interpol Forensic Science Symposium*. Lyon, 2010.
- A.Y.Lim. «Development of Nanomaterials for SALDI-MS Analysis in Forensics.» 2012: 4211-4216.
- American Academy of Hand Analysis*. 2009.
<http://www.academyofhandanalysis.org/wp-content/uploads/2011/02/Whorl.gif> (Aralık 15, 2013 tarihinde erişilmiştir).
- B.J.Theaker. «Doped hydrophobic silica nano- and micro-particles as novel agents for developing latent fingerprints development.» *Forensic Science International*, 2008: 26-34.
- B.Schnetz. «Technical Note:latent fingermarks,colloidal gold and multimetal deposition(MMD) Optimisation of the method.» *Fornsic Science İnternational*, 2001: 21-28.
- C.Champod, C.Lennard, P.Margot, ve M.Stoilovic. *Fingerprint and Other Ridge Skin Impression*. CRC Press, 2004.
- C.Fairley. «A comparison of multi-metal deposition processes utilising gold nanoparticles and an evaluation of their application to 'low yield' surfaces for finger mark development.» *Forensic Science İnternational*, 2012: 5-18.
- D.Gao. «One step to detect the latent fingermarks with gold nanoparticles.» *Talanta*, 2009: 479-483.
- D.Maltoni, D.Maio, A.K.Jain, ve S.Prabhakar. *Handbook of Fingerprint Recognition(Second Edition)*. London: Springer, 2009.
- Griaule Biometrics. <http://www.griaulebiometrics.com>. 2012.
<http://www.griaulebiometrics.com/en-us/book/understanding-biometrics/types/description> (Kasım 11, 2013 tarihinde erişilmiştir).
- H.Yu, S.Jou. «Development of latent fingerprint by ZnO deposition.» *Foreign Science İnternational*, 2011: 14-18.
- J.Almog. «Ninhydrin Thiohemiketals: Basic Research Towards Improved Fingermark Detection Techniques Employing Nano-Technology.» *Journal of Forensic Science*, 2010: 215-221.
- Jandarma Genel Komutanlığı-Adli Bilimler-1. *Adli Bilimler 1*. Ankara: Jandarma Genel Komutanlığı, 2011.

- K.Yıldız, Y.Çamurcu. «Veri Madenciliğinde Temel Bileşenler Analizi ve Negatifsiz Matris Çarpanlarına Ayırma Tekniklerinin Karşılaştırmalı Analizleri.» *Akademik Bilişim*. 2010.
- LEE H.C, GAENSSLEN R.E. *Advanced in Fingerprint Technology Second Edition*. Florida: CRC, 2001.
- M.J.Choi. «An evaluation of nanostructured zinc oxide as a fluorescent powder for fingerprint detection.» *Journal of Material Science*, 2008: 732-737.
- M.J.Choi. «Metal-containing nanoparticles and nano-structured particles in fingermark detection.» *Forensic Science International*, 2008: 87-97.
- M.R.Hawthorne. *Fingerprints Analysis and Understanding*. CRC Press, 2008.
- MTI Corporation Browse All Products. *MTI Corporation*. tarih yok.
<http://www.mtixtl.com/TIMCALGraphiteandCarbonSuperPConductiveCarbonBlack100g/bag-EQ-Li.aspx> (Temmuz 9, 2014 tarihinde erişilmiştir).
- N.Jaber. «Visualization of Latent Fingermarks by Nanotechnology: Reversed Development on Paper—A Remedy to the Variation in Sweat Composition.» *Angewandte Chemie*, 2012: 12224-12227.
- N.Jones, D.Mansour. «The influence of polymer type, print donor and age on the quality of fingerprints developed on plastic substrates using vacuum metal deposition.» *Foreign Science International*, 2001: 166-167.
- N.Jones, M.Stoilovic. «Vacuum metal deposition: developing latent fingerprints on polyethylene substrates after the deposition of excess gold.» *Foreign Science International*, 2001: 5-12.
- National Postal Museum*. tarih yok.
<http://www.postalmuseum.si.edu/inspectors/a8p2.html> (Şubat 2, 2014 tarihinde erişilmiştir).
- O.Karakuş. *Parmakizi Porlarının Bir Kimlik Tespit Yöntemi Olarak Değerlendirilmesi:Poroskopi*. Ankara, 2006.
- Online Digital Education Connection*. 2013.
http://www.odec.ca/projects/2004/fren4j0/public_html/fingerprint_patterns.htm (Aralık 15, 2013 tarihinde erişilmiştir).
- Ridges and Furrows*. 2001.
http://ridgesandfurrows.homestead.com/fingerprint_patterns.html (Aralık 15, 2013 tarihinde erişilmiştir).
- S.Chadwick. «Styryl dye coated metal oxide powders for the detection of latent fingerprints on non-porous surfaces.» *Forensic Science International*, 2012: 208-214.

S.M.Bleay, V.G.Sears. *Fingerprint Source Book*. Home Office, United Kingdom, 2012.

Sodhi, G.S., KAUR, J.J. «Powder Method For Detecting Latent Fingerprints:A Review.»
ELSEVIER, Forensic Science International, 2001: 172-176.

X.Dai, M.Stoilovic. «Vacuum metal deposition: Visualisation of gold agglomerates using
TEM imaging.» *Foreign Science International*, 2007: 219-222.

Y.Güleççi. *Sualtı Olay Yeri İncelemesinden Elde Edilen Parmak İzi Delillerinin Modelleme
Yolu İle Değerlendirmesi*. İstanbul, 2012.



Heavy Volcano Latent Print Powder, Heavy Black

Safety Data Sheet

according to Federal Register / Vol. 77, No. 58 / Monday, March 26, 2012 / Rules and Regulations

Revision date:01/15/2013

Supersedes:01/17/2011

Version:

SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

1.1. Product identifier

Product form : Mixture
 Product name. : Heavy Volcano Latent Print Powder, Heavy Black
 Product code : HLP01

1.2. Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Use of the substance/preparation : Latent fingerprint powder

1.3. Details of the supplier of the safety data sheet

SIRCHIE Finger Print Laboratories
 100 Hunter Place
 27596 Youngsville, NC - USA
 T 919-554-2244; 800-356-7311 - F 919-554-2266; 800-899-8181
<http://www.sirchie.com>

1.4. Emergency telephone number

Emergency number : 1.800.424.9300

SECTION 2: Hazards identification

2.1. Classification of the substance or mixture

Classification (GHS-US)

Not classified

2.2. Label elements

GHS-US labeling

Hazard statements (GHS-US) : If this product is used as indicated it is unlikely that any adverse health issues will occur .
 Inhalation or ingestion of significant amounts may cause respiratory irritation and/or gastric disturbances

Precautionary statements (GHS-US) : P102 - Keep out of reach of children
 P201 - Obtain special instructions before use
 P202 - Do not handle until all safety precautions have been read and understood
 P262 - Do not get in eyes, on skin, or on clothing
 P264 - Wash all exposed skin thoroughly after handling.
 P280 - Wear eye protection, protective gloves.
 P301+P330+P331 - IF SWALLOWED: Rinse mouth. Do NOT induce vomiting
 P305+P351+P338 - If in eyes: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing.

2.3. Other hazards

Other hazards not contributing to the classification : None under normal conditions.

2.4. Unknown acute toxicity (GHS US)

No data available

SECTION 3: Composition/information on ingredients

3.1. Substances

Not applicable

3.2. Mixtures

Name	Product identifier	%	Classification (GHS-US)
iron(II,III)oxide	(CAS No.)1317-61-9	66.5	Not classified
Lycopodium		33.5	Not classified

Heavy Volcano Latent Print Powder, Heavy Black

Safety Data Sheet

according to Federal Register / Vol. 77, No. 58 / Monday, March 26, 2012 / Rules and Regulations

SECTION 4: First aid measures

4.1. Description of first aid measures

- First-aid measures general : Never give anything by mouth to an unconscious person. If you feel unwell, seek medical advice (show the label where possible).
- First-aid measures after inhalation : Assure fresh air breathing. Allow the victim to rest.
- First-aid measures after skin contact : Remove affected clothing and wash all exposed skin area with mild soap and water, followed by warm water rinse.
- First-aid measures after eye contact : Rinse immediately with plenty of water. Obtain medical attention if pain, blinking or redness persist.
- First-aid measures after ingestion : Rinse mouth. Do NOT induce vomiting. Obtain emergency medical attention.

4.2. Most important symptoms and effects, both acute and delayed

- Symptoms/injuries : Not expected to present a significant hazard under anticipated conditions of normal use.

4.3. Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

No additional information available

SECTION 5: Firefighting measures

5.1. Extinguishing media

- Suitable extinguishing media : Foam. Dry powder. Carbon dioxide. Water spray. Sand.
- Unsuitable extinguishing media : Do not use a heavy water stream.

5.2. Special hazards arising from the substance or mixture

- Reactivity : No reactivity hazard other than the effects described in sub-sections below.

5.3. Advice for firefighters

- Firefighting instructions : Use water spray or fog for cooling exposed containers. Exercise caution when fighting any chemical fire. Avoid (reject) fire-fighting water to enter environment.
- Protection during firefighting : Do not enter fire area without proper protective equipment, including respiratory protection.

SECTION 6: Accidental release measures

6.1. Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

6.1.1. For non-emergency personnel

- Emergency procedures : Evacuate unnecessary personnel.

6.1.2. For emergency responders

- Protective equipment : Equip cleanup crew with proper protection.
- Emergency procedures : Ventilate area.

6.2. Environmental precautions

Prevent entry to sewers and public waters. Notify authorities if liquid enters sewers or public waters.

6.3. Methods and material for containment and cleaning up

- Methods for cleaning up : On land, sweep or shovel into suitable containers. Minimize generation of dust. Store away from other materials.

6.4. Reference to other sections

See Heading 8. Exposure controls and personal protection.

SECTION 7: Handling and storage

7.1. Precautions for safe handling

- Precautions for safe handling : Wash hands and other exposed areas with mild soap and water before eat, drink or smoke and when leaving work. Provide good ventilation in process area to prevent formation of vapor.

7.2. Conditions for safe storage, including any incompatibilities

- Storage conditions : Keep only in the original container in a cool, well ventilated place away from : Keep container closed when not in use.
- Incompatible products : Strong bases. strong acids.
- Incompatible materials : Sources of ignition. Direct sunlight.

7.3. Specific end use(s)

No additional information available

SECTION 8: Exposure controls/personal protection

8.1. Control parameters

Heavy Volcano Latent Print Powder, Heavy Black

Safety Data Sheet

according to Federal Register / Vol. 77, No. 58 / Monday, March 26, 2012 / Rules and Regulations

8.2. Exposure controls

Personal protective equipment : Gloves. Dust formation: dust mask. Safety glasses.



Hand protection : Wear protective gloves.
 Eye protection : Chemical goggles or safety glasses.
 Respiratory protection : Wear approved mask.
 Other information : When using, do not eat, drink or smoke.

SECTION 9: Physical and chemical properties

9.1. Information on basic physical and chemical properties

Physical state : Solid
 Appearance : Powders.
 Color : black.
 Odor : odorless.
 Odor threshold : No data available
 pH : No data available
 Relative evaporation rate (butyl acetate=1) : No data available
 Melting point : No data available
 Freezing point : No data available
 Boiling point : No data available
 Flash point : No data available
 Self ignition temperature : No data available
 Decomposition temperature : No data available
 Flammability (solid, gas) : No data available
 Vapor pressure : No data available
 Relative vapor density at 20 °C : No data available
 Relative density : No data available
 Solubility : Insoluble in water.
 Log Pow : No data available
 Log Kow : No data available
 Viscosity, kinematic : No data available
 Viscosity, dynamic : No data available
 Explosive properties : No data available
 Oxidizing properties : No data available
 Explosive limits : No data available

9.2. Other information

No additional information available

SECTION 10: Stability and reactivity

10.1. Reactivity

No reactivity hazard other than the effects described in sub-sections below.

10.2. Chemical stability

Stable under recommended handling and storage conditions (see section 7).

10.3. Possibility of hazardous reactions

Not established.

10.4. Conditions to avoid

Direct sunlight. Extremely high or low temperatures.

10.5. Incompatible materials

strong acids. Strong bases.

10.6. Hazardous decomposition products

fume. Carbon monoxide. Carbon dioxide. Under normal conditions of storage and use, hazardous decomposition products should not be produced.

Heavy Volcano Latent Print Powder, Heavy Black

Safety Data Sheet

according to Federal Register / Vol. 77, No. 58 / Monday, March 26, 2012 / Rules and Regulations

SECTION 11: Toxicological information

11.1. Information on toxicological effects

Acute toxicity	: Not classified
Skin corrosion/irritation	: Not classified
Serious eye damage/irritation	: Not classified
Respiratory or skin sensitization	: Not classified
Germ cell mutagenicity	: Not classifiedBased on available data, the classification criteria are not met
Carcinogenicity	: Not classified
Reproductive toxicity	: Not classifiedBased on available data, the classification criteria are not met
Specific target organ toxicity (single exposure)	: Not classified
Specific target organ toxicity (repeated exposure)	: Not classifiedBased on available data, the classification criteria are not met
Aspiration hazard	: Not classifiedBased on available data, the classification criteria are not met
Potential Adverse human health effects and symptoms	: Based on available data, the classification criteria are not met.

SECTION 12: Ecological information

12.1. Toxicity

No additional information available

12.2. Persistence and degradability

Heavy Volcano Latent Print Powder, Heavy Black

Persistence and degradability	Not established.
-------------------------------	------------------

12.3. Bioaccumulative potential

Heavy Volcano Latent Print Powder, Heavy Black

Bioaccumulative potential	Not established.
---------------------------	------------------

12.4. Mobility in soil

No additional information available

12.5. Other adverse effects

Other information : Avoid release to the environment.

SECTION 13: Disposal considerations

13.1. Waste treatment methods

Waste disposal recommendations	: Dispose in a safe manner in accordance with local/national regulations.
Ecology - waste materials	: Avoid release to the environment.

SECTION 14: Transport information

In accordance with ADR / RID / ADNR / IMDG / ICAO / IATA

14.1. UN number

Not applicable

14.2. UN proper shipping name

Not applicable

14.3. Additional information

Other information : No supplementary information available.

Overland transport

No additional information available

Transport by sea

No additional information available

Air transport

No additional information available

Heavy Volcano Latent Print Powder, Heavy Black

Safety Data Sheet

according to Federal Register / Vol. 77, No. 58 / Monday, March 26, 2012 / Rules and Regulations

SECTION 15: Regulatory information

15.1. US Federal regulations

No additional information available

15.2. International regulations

CANADA

No additional information available

EU-Regulations

No additional information available

Classification according to Regulation (EC) No. 1272/2008 [CLP]

Classification according to Directive 67/548/EEC or 1999/45/EC

Not classified

15.2.2. National regulations

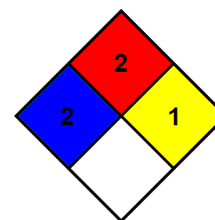
No additional information available

15.3. US State regulations

No additional information available

SECTION 16: Other information

- | | |
|--------------------|---|
| NFPA health hazard | : 2 - Intense or continued exposure could cause temporary incapacitation or possible residual injury unless prompt medical attention is given. |
| NFPA fire hazard | : 2 - Must be moderately heated or exposed to relatively high temperature before ignition can occur. |
| NFPA reactivity | : 1 - Normally stable, but can become unstable at elevated temperatures and pressures or may react with water with some release of energy, but not violently. |



HMIS III Rating

- | | |
|---------------------|---|
| Health | : 2 Moderate Hazard - Temporary or minor injury may occur |
| Flammability | : 2 Moderate Hazard |
| Physical | : 1 Slight Hazard |
| Personal Protection | : E |

SDS US (GHS HazCom 2012)

The information above is believed to be accurate and represents the best information currently available to us. However, we make no warranty of merchantability or any other warranty, expressed or implied, with respect to such information, and we assume no liability resulting from its use. Users should make their own investigation to determine the suitability of the information for their particular purposes.

Material Safety Data Sheet

Trade name: Ensaco 150/210/250/260/350 granular, Ensaco 150/250P, Super P, Super P-Li, C-ENERGY SUPER

Current version : 2.1.1, issued: 24.04.2012

Replaced version: 2.1.0, issued: 23.09.2011

Region: USA

SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

1.1 Product identifier

Trade name

Ensaco 150/210/250/260/350 granular, Ensaco 150/250P, Super P, Super P-Li, C-ENERGY SUPER C 45/65

Identification numbers

CAS no. 1333-86-4
EC no. 215-609-9

1.3 Details of the supplier of the safety data sheet

Address

TIMCAL BELGIUM N.V.
Appeldonkstraat, 173
B-2830 Willebroek

Telephone no. +32 (0)3 886 71 81

Advice on Safety Data Sheet

sdb_info@umco.de

Supplier

Address

TIMCAL AMERICA INC.
Representative Office
29299 Clemens Road 1-L
Westlake, Ohio 44145 USA

Telephone no. +1-440-871-7504

Fax no. +1-440-871-7504

1.4 Emergency telephone

For Chemical Emergency ONLY (spill, leak, fire, exposure or accident), call CHEMTREC at +1 800 424 9300.
For ALL other inquiries about this product, call Timcal at +32 (0)3 886 71 81

SECTION 2: Hazards identification

2.1 Immediate hazards

No data available.

2.2 Potential Health Effects

Eye

May cause eye irritation.

Skin

May cause skin irritation.

Inhalation

May cause respiratory tract irritation.

Ingestion

No hazard in normal industrial use.

Cancer

Carbon Black is listed:

by IARC: as group 2B carcinogen (carcinogenic in animals; possible human carcinogen).

By ACGIH: A4 not classifiable as a Human Carcinogen.

By NIOSH: occupational carcinogen.

By OSHA: possible select carcinogen.

Material Safety Data Sheet

Trade name: Ensaco 150/210/250/260/350 granular, Ensaco 150/250P, Super P, Super P-Li, C-ENERGY SUPER

Current version : 2.1.1, issued: 24.04.2012

Replaced version: 2.1.0, issued: 23.09.2011

Region: USA

SECTION 3: Composition / information on ingredients

3.1 Substances

Chemical characterization

Substance name Soot (carbon black), mineral origin, > 96%

Identification numbers

CAS no. 1333-86-4

EC no. 215-609-9

3.2 Mixtures

Not applicable. The product is not a mixture.

SECTION 4: First aid measures

4.1 Description of first aid measures

General information

In case of persisting adverse effects, consult a physician. Remove contaminated clothing and shoes immediately, and launder thoroughly before reusing.

After inhalation

Remove to fresh air. If not breathing, give artificial respiration. If breathing is difficult give Oxygen. Get medical attention.

After skin contact

Wash with soap and water.

After eye contact

Hold eyelids apart and flush eyes with plenty of water for at least 15 minutes.

After ingestion

Rinse mouth thoroughly with water. By continuous complaints consult a physician. Never give anything by mouth to an unconscious person.

4.2 Most important symptoms and effects, both acute and delayed

No data available.

4.3 Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

No data available.

SECTION 5: Firefighting measures

5.1 Extinguishing media

Suitable extinguishing media

Foam; Carbon dioxide; Extinguishing powder; Water mist

Unsuitable extinguishing media

No data available.

5.2 Special hazards arising from the substance or mixture

In the event of fire, the following can be released: Carbon dioxide (CO₂); Carbon monoxide (CO)

5.3 Advice for firefighters

As in any fire, wear self-contained breathing apparatus pressure - demand, MSHA/ NIOSH (approved or equivalent) and full protective gear. Product burns or smoulders with temperatures > 430°C. Monitor for at least 48 hours to make sure that the material does not gleam anymore.

SECTION 6: Accidental release measures

6.1 Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

For non-emergency personnel

Refer to protective measures listed in sections 7 and 8. Avoid contact with skin, eyes and clothing. Ensure adequate ventilation. Avoid dust formation.

Material Safety Data Sheet

Trade name: Ensaco 150/210/250/260/350 granular, Ensaco 150/250P, Super P, Super P-Li, C-ENERGY SUPER

Current version : 2.1.1, issued: 24.04.2012

Replaced version: 2.1.0, issued: 23.09.2011

Region: USA

For emergency responders

No data available. Personal protective equipment (PPE) - see Section 8.

6.2 Environmental precautions

Do not discharge into the drains/surface waters/groundwater.

6.3 Methods and material for containment and cleaning up

Absorb, collect using a suitable dust-attracting material. Send in suitable containers for recovery or disposal.

6.4 Reference to other sections

No data available.

SECTION 7: Handling and storage

7.1 Precautions for safe handling

Advice on safe handling

Soot handling instructions for closed rooms, silos or containers are given under chapter 8. Provide good ventilation of working area (local exhaust ventilation if necessary). If workplace exposure limits are exceeded, respiratory protection approved for this particular job must be worn.

General protective and hygiene measures

The application of a barrier cream makes the removal of the carbon black from the skin easier, when washed with water and soap. Do not eat, drink or smoke during work time. Keep away from foodstuffs and beverages. Avoid contact with eyes and skin. Remove soiled or soaked clothing immediately. Wash hands before breaks and after work. Do not inhale dust. Provide eye wash fountain in work area.

Advice on protection against fire and explosion

Dust can form an explosive mixture with air. Take measures against dust explosion. Keep away from sources of heat and ignition.

7.2 Conditions for safe storage, including any incompatibilities

Technical measures and storage conditions

Keep container tightly closed and dry in a cool, well-ventilated place.

Requirements for storage rooms and vessels

Containers which are opened must be carefully resealed and kept upright to prevent leakage. Always keep in containers of same material as the original one.

Hints on storage assembly

Do not store together with: Oxidizing agents

SECTION 8: Exposure controls / personal protection

8.1 Control parameters

Occupational exposure limit values

No	Substance name	CAS no.	EC no.
1	CARBON BLACK	1333-86-4	215-609-9
	ACGIH		
	Carbon black		
	TWA	3.5	mg/m ³
	LIMITS FOR AIR CONTAMINANTS (OSHA)		
	Carbon black		
	TWA	3,5	mg/m ³

Material Safety Data Sheet

Trade name: Ensaco 150/210/250/260/350 granular, Ensaco 150/250P, Super P, Super P-Li, C-ENERGY SUPER

Current version : 2.1.1, issued: 24.04.2012

Replaced version: 2.1.0, issued: 23.09.2011

Region: USA

8.2 Exposure controls

Appropriate engineering controls

No data available.

Personal protective equipment

Respiratory protection

Respiratory protection in closed rooms: Obligatory use of a breathing apparatus independent of ambient air when accessing closed soot stores (silos and containers). The respirator must comply with local rules. A respiratory protection program that meets OSHA's 29 CFR 1910.134 and ANSI Z88.2 requirements must be followed whenever workplace conditions warrant a respirator's use.

Eye / face protection

Wear appropriate protective eyeglasses or chemical safety goggles as described by OSHA's eye and face protection regulations in 29 CFR 1910.133.

Hand protection

Sufficient protection is given wearing suitable protective gloves checked according to i.e. EN 374, in the event of risk of skin contact with the product. Before use, the protective glove should be tested in any case for its specific work-station suitability (i.e. mechanical resistance, product compatibility and antistatic properties). Adhere to the manufacturer's instructions and information relating to the use, storage, care and replacement of protective gloves. Protective gloves shall be replaced immediately when physically damaged or worn. Design operations thus to avoid permanent use of protective gloves. The glove(s) listed below may provide protection against permeation. Gloves of other chemically resistant materials may not provide adequate protection.

Appropriate Material	Latex
Appropriate Material	Polyethylene
Appropriate Material	Vinyl

Other

Wear appropriate clothing to minimize contact with skin.

Environmental exposure controls

No data available.

SECTION 9: Physical and chemical properties

9.1 Information on basic physical and chemical properties

Form/Color	
Powder / granulates	
black	
Odor	
odorless	
Odor threshold	
No data available	
pH value	
Value	7 - 10
Method	ASTM D1512-05
Boiling point / boiling range	
No data available	
Melting point / melting range	
No data available	
Decomposition point / decomposition range	
Value	> 400 °C
Flash point	
Not applicable	
Ignition temperature	
Value	> 500 °C
Remarks	Ignition energy min. 1000 J

Material Safety Data Sheet

Trade name: Ensaco 150/210/250/260/350 granular, Ensaco 150/250P, Super P, Super P-Li, C-ENERGY SUPER

Current version : 2.1.1, issued: 24.04.2012

Replaced version: 2.1.0, issued: 23.09.2011

Region: USA

Auto-ignition temperature	
No data available	
Oxidising properties	
No data available	
Explosive properties	
No data available	
Flammability (solid, gas)	
No data available	
Lower flammability or explosive limits	
Value	50 g/m ³
Upper flammability or explosive limits	
No data available	
Vapor pressure	
No data available	
Vapour density	
No data available	
Evaporation rate	
No data available	
Relative density	
No data available	
Density	
Value	1.8 - 2.0 g/cm ³
Reference temperature	25 °C
Bulk density	
Value	0.12 - 0.25 g/ml
Solubility in water	
Remarks	insoluble
Solubility(ies)	
No data available	
Partition coefficient: n-octanol/water	
No data available	
Viscosity	
No data available	

9.2 Other information

Other information
No data available.

SECTION 10: Stability and reactivity

10.1 Reactivity

No data available.

10.2 Chemical stability

No data available.

10.3 Possibility of hazardous reactions

No data available.

10.4 Conditions to avoid

Contact with open flames.

Material Safety Data Sheet

Trade name: Ensaco 150/210/250/260/350 granular, Ensaco 150/250P, Super P, Super P-Li, C-ENERGY SUPER

Current version : 2.1.1, issued: 24.04.2012

Replaced version: 2.1.0, issued: 23.09.2011

Region: USA

10.5 Incompatible materials

Oxidizing agents

10.6 Hazardous decomposition products

None, if handled according to order

SECTION 11: Toxicological information

11.1 Information on toxicological effects

Acute oral toxicity	
LD50	> 15400 mg/kg
Species	rat
Source	RTECS
Acute dermal toxicity	
LD50	> 3000 mg/kg
Species	rabbit
Source	RTECS
Acute inhalational toxicity	
No data available	
Skin corrosion/irritation	
No data available	
Serious eye damage/irritation	
No data available	
Respiratory or skin sensitisation	
No data available	
Germ cell mutagenicity	
No data available	
Reproduction toxicity	
No data available	
Carcinogenicity	
Remarks	IARC classification: 2 B (IARC Monograph Volume 65, 12.4.1996) "may cause cancer to human being". This classification is basing on inhalation studies carried out with rats where the oncogenesis has been assessed by many toxicologists as "specific to species" and not "directly contagious to human being".
Remarks	ACGIH: A4 not classifiable as a Human Carcinogen. NIOSH: occupational carcinogen. OSHA: possible select carcinogen.
STOT-single exposure	
No data available	
STOT-repeated exposure	
No data available	
Aspiration hazard	
No data available	
Symptoms related to the physical, chemical and toxicological characteristics	
Eye contact may cause mechanical irritation through dust particles.	
Delayed and immediate effects as well as chronic effects from short and long-term exposure	
Repeated and prolonged skin contact may lead to defatting and irritation of the skin. Inhalation of dusts may irritate the respiratory tract.	

Material Safety Data Sheet

Trade name: Ensaco 150/210/250/260/350 granular, Ensaco 150/250P, Super P, Super P-Li, C-ENERGY SUPER

Current version : 2.1.1, issued: 24.04.2012

Replaced version: 2.1.0, issued: 23.09.2011

Region: USA

SECTION 12: Ecological information

12.1 Toxicity

Fish toxicity
No data available
Daphnia toxicity
No data available
Algae toxicity
No data available
Bacteria toxicity
No data available

12.2 Persistence and degradability

No data available.

12.3 Bioaccumulative potential

Bioconcentration factor (BCF)	
Remarks	Not potentially bioaccumulative.

12.4 Mobility in soil

Mobility in soil	
Remarks	The product is insoluble in water.

12.5 Results of PBT and vPvB assessment

No data available.

12.6 Other adverse effects

No data available.

12.7 Other information

Other information
Do not discharge into the drains or waters and do not store on public depositories.

SECTION 13: Disposal considerations

13.1 Waste treatment methods

Product

Dispose in accordance with federal, state and local regulations.

SECTION 14: Transport information

14.1 US DOT

The product is not subject to DOT regulations.

14.2 Transport IMDG

The product is not subject to IMDG regulations.

14.3 Transport ICAO-TI / IATA

The product is not subject to ICAO-TI / IATA regulations.

14.4 Other information

Canada: The product is not defined under Transport Dangerous Goods Directorate regulations as a hazardous material. The product is a non-activated carbon black of mineral origin. Basing on test studies this product is not being considered a hazardous good according to the classification of hazardous goods 4.2, since self ignition is above 140°C.

Material Safety Data Sheet

Trade name: Ensaco 150/210/250/260/350 granular, Ensaco 150/250P, Super P, Super P-Li, C-ENERGY SUPER

Current version : 2.1.1, issued: 24.04.2012

Replaced version: 2.1.0, issued: 23.09.2011

Region: USA

SECTION 15: Regulatory information

US FEDERAL REGULATIONS

Toxic Substances Control Act (TSCA)

Is listed on the TSCA inventory.

Clean Water Act (CWA)

None of the ingredients is listed.

OSHA

Following ingredients are Hazardous by definition of Hazard Communication Standard:

CAS no. 1333-86-4

SARA Section 302 (RQ):

None of the ingredients is listed.

SARA 311/312

Hazard category Chronic Health Hazard

SARA Section 313

None of the ingredients is listed.

HAPS Hazardous Air Pollutants

None of the ingredients is listed.

CARCINOGENICITY

IARC

Following ingredients are listed in Group 2B:

CAS no. 1333-86-4

US STATE REGULATIONS

New Jersey Worker and Community Right to Know Act.

Following ingredients are listed:

CAS no. 1333-86-4

California Proposition 65.

Following ingredients are listed:

CAS no. 1333-86-4 (Carbon Black)

Pennsylvania HAZARDOUS SUBSTANCE LIST

Following ingredients are listed:

CAS no. 1333-86-4

CANADA FEDERAL REGULATIONS

DSL/NDSL

Listed on DSL inventory.

WHMIS Classification

This product had been classified in accordance with the hazard criteria of the Controlled Products Regulations and the MSDS contains all the information required by the Controlled Products Regulations.

National Pollutant Release Inventory - Appendix 1

None of the ingredients is listed.

National Pollutant Release Inventory - Appendix 2

None of the ingredients is listed.

Material Safety Data Sheet

Trade name: Ensaco 150/210/250/260/350 granular, Ensaco 150/250P, Super P, Super P-Li, C-ENERGY SUPER

Current version : 2.1.1, issued: 24.04.2012

Replaced version: 2.1.0, issued: 23.09.2011

Region: USA

SECTION 16: Other information

Other information

Abbreviations:

ACGIH American Conference of Governmental Hygienics

CAS Chemical Abstracts Service

HAPS Hazardous Air Pollutants

HMIS Hazardous Material Identification System

IARC International Agency for Research on Cancer

IDLH Immediate Dangerous to Life and Health

LEL Lower Explosion Limit

NTP National Toxicology Program

OEL Occupational Exposure Limit

OSHA Occupational Safety and Health Administration

PEL Permissible Exposure Limit

PPE Personal Protection Equipment

SARA Superfund Amendments and Reauthorization Act

STEL Short-Term Exposure Level (15 minutes)

TWA Time-Weighted Average (8 hours)

UEL Upper Explosion Limit

VOC Volatile Organic Compounds

WEEL Workplace Environmental Exposure Level

Canadian Abbreviations:

DSL Domestic Substance List

NDSL Non-Domestic Substance List

NPRI National Pollutant Release Inventory

TDG Transport Dangerous Goods Directorate

WHMIS Workplace Hazardous Materials Information System

Department issuing safety data sheet

UMCO Umwelt Consult GmbH

Georg-Wilhelm-Str. 183 , D-21107 Hamburg

Tel.: +49 40 / 79 02 36 300 Fax: +49 40 / 79 02 36 357 e-mail: umco@umco.de

This information is based on our present state of knowledge. However, it should not constitute a guarantee for any specific product properties and shall not establish a legally valid relationship.

EK-3 Temel Bileşen Analizi Matlab Uygulama Kodları

```
>> G=imread('URL');
>> G_gray = rgb2gray(G);
>> G_grayD = im2double(G_gray);
>> figure,
>> set(gcf,'numbertitle','off','name','Grayscale Image'),
>> imshow(G_grayD)
>> G_ort = mean(G_grayD);
>> [a b] = size(G_gray);
>> G_ort_yeni = repmat(G_ort,a,1);
>> G_ayar = G_grayD - G_ort_yeni;
>> cov_G = cov(G_ayar);
>> [V, D] = eig(cov_G);
>> V_trans = transpose(V);
>> G_ayar_trans = transpose(G_ayar);
>> V_trans = transpose(V);
>> G_ayar_trans = transpose(G_ayar);
>> Final_G = V_trans * G_ayar_trans;
>> Orjinal_G_trans = inv(V_trans) * Final_G;
>> Orjinal_G = transpose(Orjinal_G_trans) + G_ort_yeni;
>> imshow(Orjinal_G)
```

PCA GİRİŞ

```
>> TBA=input('deger');
>> TBA = b - TBA;
>> ind_V = V;
>> for i = 1:TBA,
ind_V(:,1) = [];
end
>> Y=ind_V'* G_ayar_trans;
>> elemine_G=ind_V*Y;
>> elemine_G = elemine_G' + G_ort_yeni;
>> figure,
>> set(gcf,'numbertitle','off','name','Grayscale Image'),
>> imshow(elemine_G)
```